






Liquid detecting piezoelectric device, liquid container and mounting module thereof

Patent number: CN1274645
Publication date: 2000-11-29
Inventor: MUNEHIDE KANATANI (JP); KENJI TSUKATA (JP); MINORU USUI (JP)
Applicant: SEIKO EPSON CORP (JP)
Classification:
 - international: B41J2/12; B41J21/75
 - european:
Application number: CN20000106261 20000519
Priority number(s): JP19990139683 19990520; JP19990147538 19990527; JP19990256522 19990910

Also published as:

 EP1053881 (A1)
 EP1053880 (A2)
 EP1053879 (A2)
 EP1053878 (A1)
 EP1053877 (A1)

more >>

Abstract not available for CN1274645
 Abstract of correspondent: **EP1053877**

A liquid container, comprising: a housing containing therein liquid (1); a liquid supply opening formed in the housing for withdrawing the liquid from the housing (2); a liquid sensor mounted on the housing for detecting a level of the liquid which is variable in accordance with a consumption of the liquid (106); and a first partition wall (1192) extending in an interior of the housing and defining the interior of the housing into at least two liquid accommodating chambers which communicate with each other, the liquid accommodating chambers comprising: an air-communication side liquid accommodating chamber which communicates with ambient air; and a detection side liquid accommodating chamber in which the liquid sensor is disposed at an upper portion thereof.

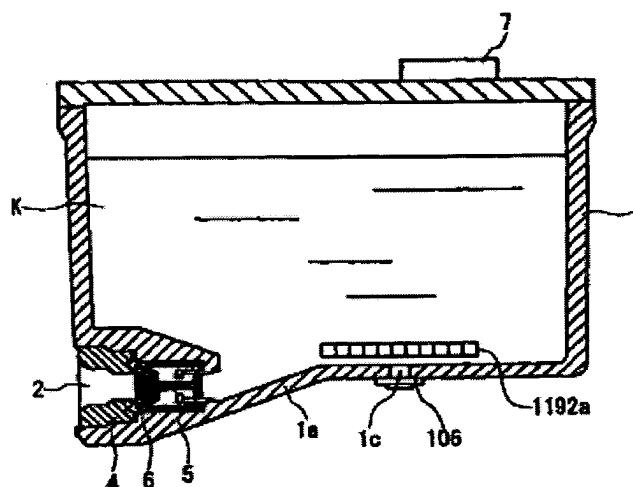


FIG. 1(A)

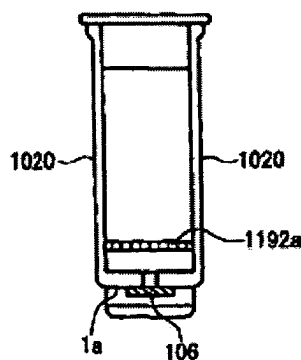


FIG. 1(B)

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

B41J 2/12

B41J 2/175

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00106261.1

[43]公开日 2000 年 11 月 29 日

[11]公开号 CN 1274645A

[22]申请日 2000.5.19 [21]申请号 00106261.1

[30]优先权

[32]1999.5.20 [33]JP [31]139683/1999

[32]1999.5.27 [33]JP [31]147538/1999

[32]1999.9.10 [33]JP [31]256522/1999

[71]申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本国东京都

[72]发明人 碓井稔 堀田宪儿 金谷宗秀

[74]专利代理机构 北京三幸商标专利事务所

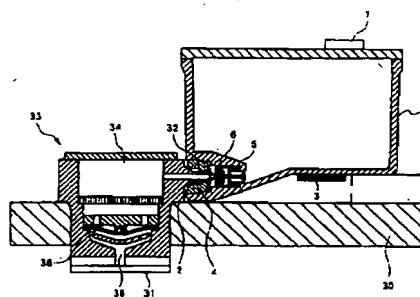
代理人 刘激扬

权利要求书 9 页 说明书 80 页 附图页数 54 页

[54]发明名称 液体检测压电装置、液体容器及安装模块体

[57]摘要

一种液体检测装置,该检测装置固定在液体容器上,用于检测液体容器内所容纳的液体的消耗状态,该液体检测装置包括一个以其自身中心对称的振动部;和至少一个电极,该电极与所述振动部通过电连接。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种液体检测装置，该检测装置固定在液体容器上，用于检测液体容器内所容纳的液体的消耗状态，该液体检测装置包括：

一个以其自身中心对称的振动部；和

至少一个电极，该电极与所述振动部通过电连接。

2. 根据权利要求 1 所述的液体检测装置，其特征在于所述振动部基本上为圆形。

3. 根据权利要求 1 所述的液体检测装置，其特征在于还包括：

压电元件；

设置在所述压电元件上表面的上部电极；

设置在所述压电元件下表面上的下部电极；和

振动板，该振动板具有与所述下部电极接触的上表面和局部与液体容器内的液体接触的下表面；

其中，至少有部分压电元件，所述上部电极，所述下部电极和所述振动板构成所述振动部。

4. 根据权利要求 3 所述的液体检测装置，其特征在于所述压电元件，所述上部电极，和所述下部电极各包含一主要部分，该主要部分是和所述振动部一致的同心圆。

5. 根据权利要求 1 所述的液体检测装置，其特征在于还包括具有上表面和下表面的底板，其上表面接触所述振动板的下表面，其下表面接触液体容器内的液体，且所述底板包括一个空腔，该空腔接触液体容器内所容纳的液体。

6. 根据权利要求 5 所述的液体检测装置，其特征在于所述

空腔是和所述振动部一致的同心圆。

7. 根据权利要求 5 所述的液体检测装置, 其特征在于所述底板的柔顺性极大于所述振动板的柔顺性。

8. 根据权利要求 5 所述的液体检测装置, 其特征在于所述振动部的振动边缘位于所述空腔的外表面附近。

9. 根据权利要求 3 所述的液体检测装置, 其特征在于还包括安装部件, 该安装部件有一与所述振动板的下表面接触的上表面和与液体容器内部下表面相对的下表面, 所述安装部件包括与所述振动部的中心对应的开口。

10. 根据权利要求 1 所述的液体检测装置, 其特征在于是根据所述振动部对所述振动部周围的声阻抗的变化来检测液体消耗状态。

11. 根据权利要求 1 所述的液体检测装置, 其特征在于根据振动部周围的残留振动的变化来检测液体消耗状态。

12. 根据权利要求 1 所述的液体检测装置, 其特征在于根据所述的振动部的共振频率的变化来检测液体的消耗状态。

13. 根据权利要求 3 所述的液体检测装置, 其特征在于对于所述振动部, 所述的压电元件的面积大于所述下部电极的面积, 所述上部电极的面积大于所述下部电极的面积, 所述压电元件的面积大于所述上部电极的面积。

14. 根据权利要求 12 所述的液体检测装置, 其特征在于还包括有上表面和下表面的底板, 其上表面接触所述振动板的下表面, 其下表面接触容纳在液体容器内的液体, 且所述底板包括一个空腔, 该空腔接触液体容器内所容纳的液体, 且所述空腔的面积大于所述下部电极。

15. 根据权利要求 3 所述的液体检测装置, 其特征在于产生

压电效应的所述压电元件的部分面积基本上与所述下部电极的面积相同。

16. 根据权利要求 5 所述的液体检测装置, 其特征在于所述空腔的半径与其深度之比大于 $3\pi/8$ 。

17. 一种液体容器, 包括:

其内容纳液体的外壳;

所述外壳上形成的供液孔;

固定在所述外壳上的液体检测装置, 所述液体检测装置包括一个以其自身中心对称的振动部; 和

至少一个电极, 该电极与所述振动部通过电连接。

18. 根据权利要求 17 所述的液体容器, 其特征在于所述振动部基本上为圆形。

19. 根据权利要求 17 所述的液体容器, 其特征在于还包括:

压电元件;

设置在所述压电元件上表面的上部电极;

设置在所述压电元件下表面上的下部电极; 和

振动板, 该振动板具有与所述下部电极接触的上表面和局部与液体容器内的液体接触的下表面;

其中, 至少部分压电元件, 所述上部电极, 所述下部电极和所述振动板构成所述振动部。

20. 根据权利要求 19 所述的液体容器, 其特征在于所述压电元件, 所述上部电极, 和所述下部电极各包含一主要部分, 该主要部分是和所述振动部一致的同心圆。

21. 根据权利要求 17 所述的液体容器, 其特征在于还包括一个具有上表面和下表面的底板, 其上表面与所述的振动板的下

表面相接触，其下表面与液体容器内的液体相接触，并且，所述底板有一个与液体容器内液体相接触的空腔。

22. 根据权利要求 21 所述的液体容器，其特征在于所述空腔是和所述振动部一致的同心圆。

23. 根据权利要求 19 所述的液体容器，其特征在于对于所述振动部，所压电元件的面积大于所述下部电极的面积，所述上部电极的面积大于所述下部电极的面积，所述压电元件的面积大于所述上部电极的面积。

24. 根据权利要求 17 所述的液体容器，其特征在于所述液体检测装置安置在所述供液孔附近。

25. 根据权利要求 17 所述的液体容器，其特征在于所述液体检测装置基本上安置在所述外壳宽度方向的中央。

26. 根据权利要求 17 所述的液体容器其特征至少在于所述液体检测装置的所述振动部安置在一个平面上，该平面相对于容纳在所述外壳内的液体液面而言向上倾斜。

27. 根据权利要求 26 所述的液体容器其特征在于上倾角度在 30 至 60 度范围内。

28. 根据权利要求 17 所述的液体容器其特征在于所述液体检测装置安置在所述外壳的角部上。

29. 根据权利要求 28 所述的液体容器其特征在于所述外壳的所述角部相对于所述外壳内容纳的液体液面而言向上倾斜。

30. 一种检测容纳在液体容器内的液体消耗状态的模块，包括：

安装在所述外壳上的液体检测装置，所述液体检测装置包

括：

一个以其自身中心对称的振动部；

至少一个电极，该电极与所述振动部通过电连接；和
安装结构，该安装结构与所述液体检测装置形成一体，将所述液体检测装置安装到液体容器上。

31. 根据权利要求 30 所述的模块，其特征在于所述振动部基本上是圆形的。

32. 根据权利要求 30 所述的模块，其特征在于还包括：

压电元件；

设置在所述压电元件上表面的上部电极；

设置在所述压电元件下表面上的下部电极；和

振动板，该振动板具有与所述下部电极接触的上表面和局部与液体容器内的液体接触的下表面；

其中，至少部分压电元件，所述上部电极，所述下部电极和所述振动板构成所述振动部。

33. 根据权利要求 32 所述的模块，其特征在于所述压电元件，所述上部电极，和所述下部电极各包含一主要部分，该主要部分是和所述振动部一致的同心圆。

34. 根据权利要求 30 所述的模块，其特征在于还包括一个具有一表面和下表面的底板，其上表面与所述振动板的下表面相接触，而其下表面接触至液体容器中的液体，且所述的底板包括一个与液体容器中的液体相接触的空腔。

35. 根据权利要求 34 所述的模块，其特征在于所述空腔是和所述振动部一致的同心圆。

36. 根据权利要求 32 所述的模块，其特征在于对于所述振动部，所述压电元件的面积大于所述下部电极的面积，所述上部电极的面积大于所述下部电极的面积，所述压电元件的面积所述上部电极的面积。

37. 一种液体检测装置，该检测装置固定在液体容器上，用于检测液体容器内所容纳的液体的消耗状态，该液体器包括：

一个包括压电元件的振动部；和

至少一个电极，该电极与所述振动部通过电连接。

一底板，所述振动部和所述电极设置在该底板上，所述底板包括一个空腔，该空腔设置在面对振动部的位置上，所述空腔与所述液体容器内容纳的液体相接触。

38. 根据权利要求 37 所述的液体检测装置，其特征在于根据所述振动部周围的声阻抗变化来检测液体的消耗状态。

39. 根据权利要求 37 所述的液体检测装置，其特征在于通过所述振动部周围的残留振动的变化来检测液体的消耗状态。

40. 根据权利要求 37 所述的液体检测装置，其特征在于根据所述振动部周围的共振频率的变化来检测液体的消耗状态。

41. 根据权利要求 37 所述的液体检测装置，其特征在于还包括一中间部件，该中间部件设置在所述底板和所述压电元件之间，其中，所述空腔穿过所述底板，且所述中间部件密封所述空腔，与所述振动部一起振动。

42. 根据权利要求 37 所述的液体检测装置，其特征在于所述空腔的深度小于所述空腔最狭处宽度。

43. 根据权利要求 42 所述的液体检测装置，其特征在于所述空腔的深度小于所述空腔最狭处宽度的 $1/3$ 。

44. 根据权利要求 37 所述的液体检测装置，其特征在于所述空腔的外表面是锥形。

45. 根据权利要求 37 所述的液体检测装置，其特征在于所述空腔的周围表面是台阶状。

46. 根据权利要求 37 所述的液体检测装置，其特征在于还

包括一条凹槽，该凹槽设置在所述底板上，所述凹槽连接所述空腔。

47. 一种液体容器，包括：

其内容纳液体的外壳；

所述外壳上形成的供液孔；

固定在所述外壳上的液体检测装置，所述液体检测装置包括一个包括压电元件的振动部；和

至少一个电极，该电极与所述振动部通过电连接；和

一个空腔，该空腔形成在所述外壳上的面对所述振动部的位置上，所述空腔接触容纳在液体容器内的液体。

48. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述液体检测装置根据所述振动部周围的声阻抗的变化来检测液体消耗状态。

49. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述液体检测装置通过所述振动部周围的残留振动的变化来检测液体消耗状态。

50. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述液体检测装置根据所述振动部周围的共振频率的变化来检测液体消耗状态。

51. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于还包括一中间部件，该中间部件设置在所述外壳和所述压电元件之间，其中，所述空腔穿过所述外壳的壁，且所述中间部件密封所述空腔，并与所述振动部一起振动。

52. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述空腔的深度小于所述空腔最狭处宽度。

53. 根据权利要求 52 所述的液体容器，其特征在于所述空

腔的深度小于所述空腔最狭处宽度的 $1/3$ 。

54. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述空腔的外表面是锥形。

55. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述空腔的外表面是台阶状。

56. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于还包括一条凹槽，该凹槽设置在所述外壳壁上，所述凹槽连通所述空腔。

57. 根据权利要求 56 所述的液体容器，其特征在于所述凹槽从所述空腔通向所述供液孔。

58. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述液体检测装置安置在所述供液孔附近。

59. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述液体检测装置基本上安置在所述外壳宽度方向的中央。

60. 根据权利要求 47 所述的液体容器其特征在于至少所述液体检测装置的所述振动部安置在一个平面上，该平面相对于容纳在所述外壳内的液体液面而言向上倾斜。

61. 根据权利要求 60 所述的液体容器，其特征在于上倾角度在 30 至 60 度范围内。

62. 根据权利要求 47 所述的液体容器，其特征在于所述液体检测装置设置在所述外壳的角部上。

63. 根据权利要求 62 所述的液体容器，其特征在于所述外壳的所述角部相对于所述外壳内容纳的液体液面而言向上倾斜。

64. 一种检测容纳在液体容器内的液体消耗状态的模块，包括：

安装在所述外壳上的液体检测装置，所述液体检测装置包括：

一个包括压电元件的振动部；

至少一个电极，该电极与所述振动部通过电连接；

安装结构，该安装结构与所述液体检测装置形成一体，将所述液体检测装置安装到液体容器上；和

一个空腔，该空腔形成在所述安装结构上的面对所述振动部的位置上，所述空腔接触并保持容纳在液体容器内的液体。

65. 根据权利要求 64 所述的模块，其特征在于所述液体检测装置通过周围的声阻抗的变化来检测液体消耗状态。

66. 根据权利要求 64 所述的模块，其特征在于所述液体检测装置通过所述振动部周围的残留振动的变化检测液体消耗状态。

67. 根据权利要求 64 所述的模块，其特征在于所述液体检测装置根据所述的振动部周围的共振频率检测液体消耗状态。

68. 根据权利要求 64 所述的模块，其特征在于还包括一中间部件，该中间部件设置在所述安装结构和所述压电元件之间，其中，所述中间部件密封所述空腔，与所述振动部一起振动。

69. 根据权利要求 64 所述的模块，其特征在于所述空腔的深度小于所述空腔最狭处宽度。

70. 根据权利要求 69 所述的模块，其特征在于所述空腔的深度小于所述空腔最狭处宽度的 $1/3$ 。

说明书

液体检测压电装置、液体容器及安装模块体

本发明涉及具有压电装置的液体容器，压电装置通过检测声阻抗变化，其中特别是检测共振频率的变化，来检测容纳在液体容器内的液体的消耗状态。更详细地说，本发明涉及设置在喷墨打印机上适用的墨盒上的/用于检测墨盒内墨的消耗状态的压电装置及其安装模块体，该喷墨打印机是这样进行印刷的，即由压力发生装置使压力发生室内的墨与印刷数据相对应地加压，从喷嘴口排出墨而实现印刷的。

下面，举例说明作为适合于本发明的液体容器的安装于喷墨打印机上的墨盒。通常，喷墨打印机包括装载喷墨式打印头的滑架和容纳经流路向打印头供给的墨的墨箱，并可作连续印刷作业；上述喷墨打印头具有对压力发生室加压的压力发生器和使增压后的墨从喷嘴开口以墨滴状流出的喷嘴开口。一般的墨盒构造是在墨被消耗掉时，为便于用户简单更换而呈可装拆的盒状结构。

目前，对墨盒内墨消耗的管理方法有以下两种：一是用软件对打印头上墨滴喷射次数和打印头的维修而吸收的墨量累加计算，通过计算对墨消耗进行管理；其二是通过在墨盒上安装直接检测液面用的两根电极，检测墨实际消耗到规定量的时间的方法。

然而，利用软件来累计墨滴流出次数和吸收墨量，以计算的方式管理墨消耗的方法存在的问题是由于使用环境的不同，如使用室内大气的温度和湿度的高低，墨盒开封后待用时间的长短，

用户方使用频率的不同等，墨盒内压力和墨粘度发生了变化，理论上计算出的墨消耗量和实际消耗量之间产生不可忽视的误差。而且，另一个问题是同一个墨盒取下一次，再安装时，累加的墨滴数一旦调零，就很难知道实际墨的残量。

另一方面，用电极调节墨消耗时间的方法进行管理，因为能够检测出墨的实际消耗，所以控制墨残量的可靠性很高。但是，由此而导致的问题是为了检测出墨液面，墨必须是导电的，于是就限定了可用墨的种类，且电极和墨盒间的液体密封构造太复杂。此外，还存在的问题是导电材料通常使用导电性好，耐腐蚀性高的贵重金属，因此，墨盒制造成本高。此外，因为必须把两根电极分别安装在墨盒的不同部位上，造成制造步骤繁多，结果也是导致制造成本的增加。

鉴于上述问题，本发明目的在于提供一种能够正确检测出液体的消耗状态，而且不需要复杂的密封构造的液体检测用压电装置。

本发明目的是提供一种利用液体检测用压电装置，能够正确检测墨消耗状态，而且不需要复杂密封构造的墨盒。

本发明目的是提供一种能够正确检测液体消耗状态的检测装置。

本发明目的是提供一种能够正确检测墨消耗状态，而且不需要复杂密封构造的液体检测用安装模块体。

本发明目的是提供一种能够正确检测墨消耗状态，而且不需要复杂密封构造的液体容器。

根据本发明的一个方面，提供了一个压电装置，固定在液体容器上，用于检测液体容器内所容纳的液体的消耗状态，包括：一个通过使压电元件变形而产生振动的振动部，其是以其自身中

心对称的振动部。

此外，该压电装置的振动部基本为圆形。且，压电装置包括：一个压电层；压电层上表面设有上部电极；压电层下表面设有下部电极；和一个振动板，振动板具有与下部电极接触的第一表面和第二表面，第二表面的局部与液体容器内的液体接触，其中，至少部分压电层，下部电极和振动板构成振动部。此外，优选该压电层的每个主要部分都分别与振动部是一致的同心圆。

此外，优选该压电层有上表面和下表面的底板，其上表面接触振动板的下表面，其下表面接触容纳在液体容器中的液体容纳的液体。优选该空腔是和振动部大体一致的同心圆。此外，振动板的变形是由于其残余的振动大于底板的残留振动所致的。振动部的振动边缘位于空腔的外表面附近。优选该压电装置还包括安装部件，该安装部件有一与振动板的下表面接触的上表面和面对液体容器内部下表面的下表面，安装部件具有与振动部的中心对应的开口。此外，优选将液体容器安装在压电装置之上。

根据本发明的另一方面，模块优选包括：压电装置；并且一个安装结构与压电装置形成一体并用于将液体检测装置安装到液体容器上。

该安装结构包括一个向液体容器内部突出的凸部，并且振动部的中心可以被设计在凸部的中心线上。此外，该凸部可以是圆形的。它还可以包括一个为压电装置的上部电极和下部电极提供驱动信号的终端。此外，优选液体容器安装在模块之上。此外，液体容器也可以是为喷墨打印机储备墨的墨盒。

根据本发明的另一方面，提供一个安装在液体容器上的压电装置，用于检测液体容器中所包含的液体的消耗状态，包括：一个产生振动的振动部，该振动部包括：一个表面接触液体容器中

的液体的振动板；振动板的另一个表面装置了下部电极；一个压电层，该压电层设置在下部电极上，通过压电环境中产生的振荡来使振动板振动；一个装置在压电层上的上部电极，其中，振动部得以形成，以至于压电层覆盖了下部电极，上部电极覆盖了下部电极，并且压电层要从上部电极中伸出。

此外，压电装置还包括有上表面和下表面的底板，其上表面接触振动板的下表面，其下表面接触容纳在液体容器内的液体，且底板包括一个空腔，该空腔接触振动板的振动部分内的液体，此外，优选该空腔的面积大于下部电极的面积。由于残留振动使得振动板的柔顺性大于底板。产生压电效应的压电层的面积基本上与下部电极的面积相同。上部电极，压电层和下部电极各自包含的主要部分是比较可取的长方形。上部电极，压电层和下部电极各自包含的主要部分可以是圆形的。空腔基本上为圆形，并且其半径与其深度之比大于 $3\pi/8$ 。压电装置根据在振动部附近的声阻抗的变化检测液体容器中的消耗状态。在压电装置中，由于压电层的振动引起的残留振动产生了反向电动势，而且，液体容器中的液体可以通过阻抗的变化来检测。此外，将液体容器安装在压电装置上是比较合理的。

根据本发明的另外一个方面，提供一个模块，该模块安装在液体容器之上，是用来检测液体容器中的液体的消耗状态的，包括：一个通过振动后的残余的振动来产生反向电动势来检测液体消耗状态的压电装置；与压电装置形成一体的安装结构，其中压电装置包括：一个振动板，其一个表面与液体容器中的液体接触；而另一个表面上安装着一个下部电极；下部电极上安装着一个压电层；压电层上安装着上部电极，其中优选压电层安装的可覆盖下部电极，上部电极覆盖着下部电极，并且压电层要伸出

上部电极。

此外，安装结构使得上表面与振动的下表面侧相接触，而该振动与液体接触，下表面有一个与液体容器中的液体接触的安裝板，而该安裝板在位于振动板的振动的位置上有一个能接触到液体的空腔。此外，优选空腔的面积大于下部电极的面积是比较可行的。合理的是该空腔基本上是圆形的，而且其半径与其自身的深度比要大于 $3\pi/8$ 。模块的安装结构在其中心可以有一个开口，而压电装置可以安装在该开口内。此外，开口的面积应大于压电层的产生压电效应的部分。此外，压电装置可以处于分离的状态。此外，优选在液体容器的内部可以安置上模块。

在优选的实施例中，提供了一个容纳液体的液体容器，一个液体检测装置安装在液体容器上，一个用于检测液体容器中的液体的消耗状态的安裝模块。液体检测装置包括一个压电元件，而且该压电元件根据电能量与振动能量之间的转化来输出与液体消耗状态一致的信号。压电元件安装在底板上。尤其是，底板上有一个开放的空腔。该开放的空腔处于压电元件相对的位置，可以与液体容器的内部相通。优选该开放的空腔处于与墨容器的内部直接相对的位置，可以与墨容器的内部相通。

当液体消耗状态还没有变化的时候，开口空腔的内部和外部都充满了液体。另一方面，当液体消耗开始进行，液体液面低于暴露的开口空腔。然后，大约在开口空腔的内部保留固定量的液体。利用压电元件对这两种状态输出的不同的信号的，就可以适当的检测液体消耗状态了。

根据本发明，其实例如此设计可以避免由于设置空腔产生的起伏的液体波动而导致的检测错误。

此外，根据本发明，可以通过提供空腔来减少在压电元件和

液体当中设置的部件的数量，或者可将部件的厚度减少，这样液体的消耗状态可以被进一步可靠地检测到。

此外，根据本发明，由于局部提供了开口空腔，可以利用其周围底板来知道适当的液体密封状态。因此，就可以避免将压电元件暴露在液体当中。这对于具有传导性的液体例如墨将更为有效。

优选利用压电元件，根据与液体消耗状态一致的声阻抗的变化来检测液体的消耗状态。压电元件输出信号来显示在所提供的振动之后残余的振动。压电元件的残留振动是根据周围液体环境而变化的。例如，残留振动在大量液体的环境和少量液体的环境中是不同的。这是根据与液体消耗状态一致的声阻抗的变化情况。这样，就可以通过利用与液体消耗状态一致的残留振动的变化的事实来检测液体消耗状态。

应注意，在压电元件附近的一定量的液体影响残留振动。根据本发明，通过开口空腔，可以减少设置于压电元件和液体之间的相当数量的中间部件，或者可以减少所述中间部件的厚度。这样，影响残留振动的一定量的液体接近或与压电元件相接触。因此，与液体消耗状态相关的残留振动的变化会变得更清楚以使液体消耗状态可以被进一步可靠地检测到。

此外，压电元件不但通过开口空腔产生弹性波，而且输出一个与通过开口空腔反射回的反射波相一致的信号。同样，在此情况下，由于振动在压电元件和由开口空腔提供的液体之间成功地转移，检测能力将得到提高。压电元件在检测液体消耗状态过程中起的作用可以由液体容器的规格和所要求的尺寸的精确度决定。

根据本发明，液体检测装置可以产生一个检测信号，当液体

被容纳于处于预先确定了的作为检测对象的液体消耗状态的开口空腔内部时，该信号用来显示与开口空腔内部液体相一致的残留振动状况。

开口空腔的形状适用于容纳预先确定了液体状况的液体。开口空腔的形状也适用于容纳预先确定了液体消耗状态的作为检测对象的液体。

开口空腔可以穿过底板。在压电元件与底板之间有一中间部件。该中间部件对开口空腔加以密封，并与压电元件一起振动。

更优选的，压电元件包括一个置于底板上的下部电极，一个置于下部电极上的压电层，以及一个置于压电层上的上部电极。位于压电元件一侧的开口空腔的开口区域被设置为比压电层和下部电极的交迭部分处的开口区域大得多。

更优选的，空腔的深度被设置为小于空腔开口最狭处的宽度。空腔的深度小于空腔最狭处宽度的 $1/3$ 是更可取的。如果空腔为圆形，开口最狭处宽度将是一个开口度(开口直径)。

更优选的，开口空腔的形状关于压电元件中心是基本对称的。开口空腔基本上是一个圆形。

更优选的，容器内部的开口空腔的开口区域被设置为比压电元件面的开口区域大得多。压电元件面的开口度比容器内部的开口度大得多。以此方式设定，开口空腔呈放射状覆盖着容器内部。开口空腔的外周表面可为锥形。开口空腔的外周表面可为台阶状。

一个连通槽用于连通底板处的开口空腔。所述位于底板上的连通槽由面对容器内部的部分提供。该连通槽朝着供液孔的方向，通过所述供液孔，液体容器可向其自身外部供液。

液体检测装置可与为安装液体容器的安装结构一体地形

成。通过液体检测装置和安装结构的一体成形形成一个模块。

同样，本发明的另一个实施例是一个装备了上述液体检测装置的液体容器。所述液体容器可作为一个喷墨打印机储备墨的墨盒。

同样，本发明的另一个实施例是一个用于检测液体的模块。所述模块包括：一个压电装置和一个安装结构。所述压电装置用于检测液体容器中容纳的液体的消耗状态。所述模块与压电装置是一体的，所述压电装置被安装于液体容器上。在安装结构中特别提供了一个开口空腔。

同样，本发明的另一个实施例是一个容纳液体的液体容器。尽管典型的液体容器是墨盒，但本发明不限于此。装有压电装置的液体容器用于检测容纳在液体容器中的液体的消耗状态。

开口空腔可以穿过容器壁。压电装置和容器壁之间装有一个中间部件。所述中间部件将开口空腔密封，并与压电装置一起振动。一个形成于容器壁内表面的凹部可以作为开口空腔。

一个与开口空腔相连接的连通槽可被提供以使其对着容器内部。该连通槽可以朝着供液孔的方向设置，通过所述供液孔，液体容器可向其自身外部供液。

所述压电装置可以紧密嵌合的方式插入一个由液体容器提供的开口中。所述开口可成为一个孔，通过该孔压电装置穿透容器壁设置的位置薄的部分形成。

开口空腔可由容器内部的一个液体吸收部件的附近提供。所述液体吸收部件可以由多孔材料部件组成。

另一方面，容纳有液体的液体吸收部件可在开口空腔内部提供。所述液体吸收部件可以由多孔材料部件组成。

压电装置包括：一个压电元件和一个其上带有压电元件的底

板，开口空腔形成于该底板上。

压电装置可以安装模块的形式与安装结构一体地形成。所述安装结构是一个将压电装置安装到液体容器上的结构。开口空腔可被设置在液体容器内部的正面，该液体容器位于安装模块中。

一个安装于喷墨打印机中的墨箱可作为适当的液体容器。墨箱设置于安装打印头的滑架上。墨箱设置于喷墨打印机的固定部分。墨箱被设置于打印头附近并与可更换的墨盒相连通。墨箱包括：将盒子内部分为多个腔室的隔离部件，以及分别在这些腔室中设置的多个压电装置。

下面结合附图对本发明进行详细说明。

图 1 示出单色，例如黑墨用的墨盒的一个实施例。

图 2 示出容纳多种墨的墨盒的一个实施例。

图 3 示出适用图 1 和图 2 所示墨盒的喷墨打印机一个实施例。

图 4 示出副墨盒单元 33 的详细剖面图。

图 5(A)~图 5(E)示出弹性波发生器 3, 15, 16 及 17 的制造方法。

图 6 示出图 5 所示的弹性波发生器 3 另一个实施例。

图 7 示出本发明墨盒的另一个实施例。

图 8 示出本发明墨盒的另一个实施例。

图 9 示出本发明墨盒的另一个实施例。

图 10 示出本发明墨盒的另一个实施例。

图 11 示出本发明墨盒的另一个实施例。

图 12(A)和图 12(B)示出图 11 所示的墨盒的另一个实施例。

图 13(A)和图 13(B)示出本发明墨盒的另一个实施例。

图 14(A)~图 14(C)示出开口 1c 的另一个实施例的平面图。

图 15(A)和图 15(B)示出本发明喷墨打印机实施例的剖面图。

图 16(A)和图 16(B)示出适合于图 15(A)和 15(B)所示打印装置 of 墨盒的实施例。

图 17 示出本发明墨盒 272 的其它实施例。

图 18 示出本发明墨盒 272 及喷墨打印机的又一实施例。

图 19 示出图 16 所示的墨盒 272 的又一实施例。

图 20(A)~图 20(C)示出驱动器 106 的详细构造。

图 21(A)~图 21(F)示出驱动器 106 周边及其等价电路。

图 22(A)和图 22(B)示出墨密度和由驱动器 106 检测出的墨共振频率的关系。

图 23(A)和图 23(B)示出驱动器 106 的反向电动势波形。

图 24 示出驱动器 106 另一实施例。

图 25 示出图 24 所示的驱动器 106 的局部剖面图。

图 26 示出图 24 所示的驱动器 106 整体剖面图。

图 27 示出图 24 所示的驱动器 106 的制造方法。

图 28(A)~图 28(C)示出本发明墨盒的又一实施例。

图 29(A)~图 29(C)示出通孔 1c 其它实施例。

图 30 示出驱动器 660 另一个实施例。

图 31 示出驱动器 670 另一个实施例。

图 32 是表示模块 100 的透视图。

图 33 是表示图 32 所示的模块 100 构成的分解图。

图 34 示出模块 100 另一实施例。

图 35 是示出图 34 所示的模块 100 构成的分解图。

图 36 示出模块 100 另一个实施例。

图 37 示出把图 32 所示的模块 100 安装在墨容器上的剖面图。

图 38(A)和图 38(B)示出模块 100 又一个实施例。

图 39(A)~图 39(C)示出模块 100 又一个实施例。

图 40 示出使用图 20 及图 21 所示的驱动器 106 的墨盒及喷墨打印机实施例。

图 41 示出喷墨打印机详细构造。

图 42(A)和图 42(B)示出图 40 所示的墨盒 180 的又一个实施例。

图 43(A)~图 43(C)示出墨盒 180 的又一个实施例。

图 44(A)~图 44(C)示出墨盒 180 的又一个实施例。

图 45(A)~图 45(D)示出墨盒 180 的又一个实施例。

图 46(A)~图 46(C)示出图 45(C)所示的墨盒 180 又一个实施例。

图 47(A)~图 47(D)示出使用模块 100 的墨盒的又一个实施例。

图 48 示出由基材凹部构成的开口空腔的一个实施例。

图 49 示出由设置在墨盒壁部上的凹部构成的开口空腔的一个实施例。

图 50(A)和图 50(B)示出通过将开口空腔制成锥形及台阶形而得到的有益方面的示意图。

图 51 示出在空腔周围开设合适连通槽的一个实施例。

图 52 示出在空腔周围开设合适连通槽的一个实施例。

图 53 示出将模块体嵌入墨盒上开口内结构的实施例。

图 54(A)和图 54(B)示出在吸收体附件设置空腔构成的实施例。

图 55 示出将吸收体放置在空腔内构成实例。

图 56 示出突破容器壁的薄壁部分地安装压电装置的构成图。

图 57 示出将液体吸收体放置在空腔内构成实例。

图 58 示出在固定型墨盒上应用本发明时的实施例。

下面，通过实施例说明本发明，但下面的实施例并不限于本发明保护的范围，另外，实施例中说明过的特征的全部组合对于本发明的解决手段是必须的，因此不作限定。

本发明的基本构思是利用振动现象，检测液体容器内的液体状况，包括液体容器内有无液体，液体量，液体的液位，液体种类，液体组份等。利用具体振动现象来检测液体容器内的液体状况现有多种方法。例如，弹性波发生器对液体容器内部发出弹性波，并接受由液面或相对的壁面反射的反射波，来检测液体容器内的媒体及其状况的变化的方法。与之不同的还有根据振动物体的振动特性检测声阻抗变化的方法。对于利用声阻抗变化的方法，具有通过使带压电元件的压电装置或者驱动器的振动部振动，之后，测定由振动部上残余的残留振动所产生的反向电动势，以检测共振频率或反向电动势波形的振幅达到检测声阻抗变化之目的方法和利用测定机，例如传送电路等的阻抗 (impedance) 测定器测定液体的阻抗特性或者导纳特性，并测定电流值和电压值变化，或者，使液体振动时的电流值或电压值频率发生的变化方法。后面将对弹性波发生器及压电装置或者驱动器的动作原理作详细描述。

在本实施例中，本发明适用于检测墨容器内墨消耗状态的技术。用压电元件检测墨消耗状态。压电元件利用电能和振动能之间的变换输出与墨消耗状态对应的信号。

检测原理之一是利用声阻抗。最好，根据压电元件的输出信

号得出压电元件发生振动后的残留振动状态。残留振动随着周围墨量的变化而变化。这是以与墨消耗状态对应的声阻抗的变化为基础的。残留振动状态随墨消耗状态而变化，利用该变化来检测消耗状态。

根据其它检测原理，压电元件通过开口空腔产生弹性波，同时又通过开口空腔接受反射波，并输出与反射波对应的信号。这样反射波随墨消耗状态的变化被检测出。如何使压电元件发挥功能来检测墨消耗状态，是根据墨盒的种类和要求的测量精度而确定的。

压电元件设置在检测目标规定的墨消耗状态的液面位置上。因此，可检测墨是否通过液面。

压电元件形成在基材上。在本实施例中，特别是开口空腔设置在基材上。开口空腔是这样设置的，即在与压电元件相对的位置朝向墨盒的内部，并与墨盒内部连通。在另一个实施例中，压电装置和安装结构体构成安装模块。特别是在安装结构体上设置开口空腔。开口空腔按如下方式配置，即在装着模块体的状态下，配置在从压电装置朝向墨容器内部的位置上，且与容器内部相通。开口空腔向着压电装置，特别向着压电装置的振动部分。此外，在其它的实施例中，开口空腔设在墨容器上。开口空腔与容器内部相通地形成在与压电装置相对的位置上。开口空腔设置在从压电装置朝向容器内部的位置上。开口空腔对着压电装置，特别是对着其振动部分。

通过设置这样的开口空腔可得到以下的效果。在还未开始墨消耗的状态下，墨液面较高，因而，开口空腔的里外充满了墨。另一方面随着墨的消耗，液面下降，开口空腔露出。此时，在开口空腔中基本上只残存了少量墨。由于在这两个状态下，声阻抗

和压电装置的状态不同，因此压电元件的输出信号不同，利用这种现象，就可准确地检测墨消耗状态。

最好，预先记录空腔内保留了少量墨时的检测特性。或者，也可以预先记录墨位于空腔内外时的检测特性。不言而喻，也可同时把握两种状态的检测特性。

根据本实施例，如后所述，由于设置了空腔，可以避免出现因墨波浪引起的误检测。

根据本实施例，由于设置了开口空腔，减少了设置在压电元件和墨之间的部件，或者使部件厚度变薄，从而，能更可靠地检测墨消耗状态。

例如，利用残留振动的检测原理，则对残留振动造成实质性影响的是压电元件附近的有限量的墨。这些限量墨因设置了开口空腔而靠近压电元件或者与其接触。因此，与墨消耗相对应的残留振动的变化更加清晰，所以墨消耗状态的检测更为可靠。

利用弹性波和反射波时，也因设置了开口空腔，在压电元件和墨之间的振动传递良好，可提高检测能力。

根据本实施例，由于在局部设置了空腔的底板，因此，利用该底板的形状就能够对墨进行密封。因此，能使压电元件免受墨影响，可有效防止导电墨对压电元件的绝缘造成损害。

下面，参照附图具体地说明本实施例。首先，说明利用压电元件以振动为基础，检测墨消耗的基本技术。结合说明，阐述检测技术的各种应用。在对这些进行说明时，说明本实施例的带特征的空腔的检测用装置及其它变形。在展开这些说明中，说明本实施例的带特征空腔的墨盒及其变形。图 28(A)~图 28(C)示出带空腔墨盒的代表例。另外，作为液体检测用装置的一个实例，示出了驱动器(典型的是图 20(A)~图 20(C)，参照标号 106)及弹性波

发生器(典型的是图 1, 参照标号 3)。但是, 这些不过是液体检测装置的一个实例。例如, 液体检测用装置也可是在驱动器上增加其它的部件的构成, 另外也可以是从驱动器上拆下一些部件的构成。

图 1 是适用本发明的单色, 例如黑墨用的墨盒的一个实施例的剖面图。关于图 1 的墨盒, 在上述方法中, 是以接受弹性波的反射波, 检测液体容器内的液面的位置和有无液体的方法为基础的。用弹性波发生器 3 作为发生或接收弹性波的装置。在盛墨的容器 1 上设置墨供给口 2, 该口 2 与打印装置的供墨针以密封方式接合。弹性波发生器 3 这样安装在容器 1 的底面 1a 的外侧的, 即该弹性波发生器 3 可通过容器将弹性波传递给内部的墨。在墨 K 基本被消耗殆尽的阶段, 即在墨接近枯竭时, 弹性波的传递应该从液体变成气体, 因此, 弹性波发生器 3 被设置在比供墨口 2 稍高的上方部位。另外, 也可以分别地设置弹性波接收装置, 而将弹性波发生器 3 单独作为弹性波发生装置。

供墨口 2 上设置垫圈 4 和阀体 6。如图 3 所示, 垫圈 4 与连通打印头 31 的供墨针 32 以液密方式紧闭地嵌合。阀体 6 受弹簧 5 的长期作用与垫圈 4 保持接触。当插入供墨针 32 时, 阀体 6 受供墨针 32 的推压, 打开墨通道, 容器 1 内的墨通过供墨口 2 及供墨针 32 流向打印头 31。在容器 1 的上壁上部安装着半导体存储机构 7, 该存储机构 7 存储有关墨盒内的墨的信息。

图 2 示出容纳多种墨的墨盒的一个实施例的从里侧看的立体图。容器 8 由隔板分成三个墨室 9, 10 及 11。在各墨室上分别形成供墨口 12, 13 及 14。在各墨室 9, 10, 11 的底面 8a 上分别安装了弹性波发生器 15, 16 及 17, 这些弹性波发生器能够通过容器向容纳在各墨室内的墨传递弹性波。

图 3 是示出适用于图 1 及图 2 所示的墨盒上的喷墨打印机主要部分的实施例的剖面图。可沿打印用纸宽度方向作往复运动的滑架 30 具备副墨盒单元 33，打印头 31 被设置在副墨盒单元 33 的下面。另外，供墨针 32 设置在副墨盒单元 33 的墨盒装载面侧上。

图 4 详细示出副墨盒单元 33 的剖面图。副墨盒单元 33 具有供墨针 32，墨室 34，膜阀 36 及过滤网 37。从墨盒通过供墨针 32 供给的墨容纳在墨室 34 内。膜阀 36 根据墨室 34 和墨供给路 35 之间的压力差而开关。墨供给路 35 与打印头 31 相连，墨被供给到打印头 31。

如图 3 所示，当把副墨盒单元 33 的供墨针 32 插入容器 1 的供墨口 2 内时，阀体 6 抵抗弹簧 5 后退，形成墨通路，容器 1 内的墨流入墨室 34 内。在墨室 34 内充满墨时，在打印头 31 的喷嘴开口处产生负压，墨就充填到打印头 31 内，之后，执行打印动作。

通过记录动作而由打印头 31 消耗墨时，由于膜阀 36 下流侧的压力下降，膜阀 36 脱离阀体 38 而打开阀。当膜阀 36 打开，墨室 34 内的墨通过墨通路 35 流向打印头 31。随着墨流入打印头 31，容器 1 内的墨经供墨针 32 流入副墨盒单元 33 内。

在打印装置的动作期间，以预先设定的检测时间，例如以一定周期，向弹性波发生器 3 提供驱动信号。由该弹性波发生器 3 产生的弹性波在容器 1 的底面 1a 传送给墨，并在墨内传播。

通过将弹性波发生器 3 紧贴在容器 1 上，使该墨盒自身具备了残墨量检测功能。根据本发明，由于在容器 1 成形时不需要埋入检测液面用的电极，因此，注塑成形过程较为简单且不存在从埋电极的区域出现漏液的现象，从而，提高了墨盒的可靠性。

图 5(A)~图 5(E)示出弹性波发生器 3, 15, 16, 17 的制造方法。用可烧成的陶瓷材料形成固定底板 20。首先, 如图 5(A)所示, 在固定底板 20 的表面上形成一个电极的导电材料层 21。其次, 如图 5(B)所示, 在导电材料层 21 的表面上重叠压电材料的新浮板料 22。接着, 如图 5(C)所示, 通过冲压将新浮板料 22 形成规定形状的振动子, 待自然干燥后, 烧成温度, 例如 1200°C 进行烧成。然后, 如图 5(D)所示, 在新浮板料 22 的表面上形成另一个电极的导电材料层 23, 可将其作弹性振动。最后, 如图 5(E)所示, 按各单元切断固定底板 20, 用粘接剂等将固定底板 20 固定到容器 1 的规定表面上, 就可把弹性波发生器 3 固定在容器 1 的规定表面上, 从而完成了带残量检测功能的墨盒。

图 6 示出了图 5 所示的弹性波发生器 3 的其它实施例。在图 5 的实施例中, 将导电材料层 21 作为连接电极。另一方面, 而在如图 6 所示的实施例中, 在由新浮板料 22 构成的压电材料层的表面上方的位置处通过焊锡等手段形成连接端子 21a 和 23a。利用连接端子 21a 及 23a, 就可将弹性波发生器 3 直接安装到电路底板上, 而不需要引导线。

然而, 弹性波是一种能够在气体, 液体及固体类的媒体中传播的波。因此, 随着媒体的变化, 弹性波的波长, 振幅, 相位, 振动频率, 传播方向及传播速度等也发生变化。另一方面, 弹性波的反射波也随媒体的变化, 其波的状态和特性也不同。因此, 通过利用随着弹性波传播的媒体的变化而变化的反射波, 就能够知道该媒体的状态。利用该方法检测液体容器内的液体状态时, 例如, 使用弹性波接送机。下面, 以图 1 至图 3 的形式为例进行说明。接送机先向媒体, 例如液体或液体容器发送弹性波, 该弹性波在媒体中传播, 到达液体的表面。因为在液体表面具有液体

和气体的边界，所以反射波返回到接送机。接送机接受反射波，并根据该反射波的往来时间和送信机发出的弹性波和液体表面反射的反射波的振幅的衰减率等，能够测定送信机或接收机和液体的表面之间的距离。利用该信号就可检测出液体容器内的液体状态。弹性波发生器 3 可在利用弹性波传播的媒体变化而产生的反射波的方法中单独作为接送机，也可分别安装专用的接收机。

如上所述，由弹性波发生器 3 发出的在墨液中传播的弹性波由于墨液的密度和液位高度，在墨液表面产生的反射波返回到弹性波发生器 3 的到达时间取决于发生变化。因此，在墨组份一定的情况下，在墨液表面产生的反射波的到达时间取决于墨量。因此，弹性波发生器 3 产生弹性波之后，通过检测来自墨表面的反射波到达弹性波发生器 3 的时间，就可检测出墨量。另外，由于使墨中所含的粒子振动，在使用颜料为着色剂的颜料系的墨情况下，弹性波能够防止颜料等的沉淀。

由于把弹性波发生器 3 设置在容器 1 上，当墨盒中的墨减少到接近墨枯竭前，在弹性波发生器 3 不能接受到反射波时，可判断出墨接近用尽，可提醒更换墨盒。

图 7 示出本发明的墨盒的另外实施例。在容器 1 的侧壁上沿垂直方向间隔设置多个弹性波发生器 41-44。如图 7 所示的墨盒，根据弹性波发生器 41-44 的各位置处是否存在墨，能够检测出各弹性波发生器 41-44 的安装位置的高度处是否有墨。例如，假设墨的液位处于弹性波发生器 44 和 43 之间的位置时，弹性波发生器 44 检测出无墨，而弹性波发生器 41, 42 及 43 分别检测出有墨，可清楚地知道墨的液位处于弹性波发生器 44 和 43 之间的位置上。因此，通过设置多个弹性波发生器 41-44，就能分段检测墨残量。

图 8 及图 9 分别示出本发明的墨盒的又一个实施例。在图 8 所示的实施例中，底面 1a 向垂直方向倾斜，在该倾斜的底面 1a 上沿其垂直方向装着弹性波发生器 65。另外，在图 9 所示的实施例中，把弹性波发生器 66 垂直安装在侧壁 1b 的底面附近。

根据图 8 及图 9 的实施例，弹性波发生器 65 及 66 的一部分从液面露出时，弹性波发生器 65 产生的弹性波的反射波的到达时间及声阻抗对应于液面变化(Δh_1 , Δh_2)连续地变化。因此，通过检测弹性波的反射波的到达时间或声阻抗的变化的程度，就能够准确地检测从墨残余量的墨接近枯竭到墨用尽的过程。

在上述实施例中，以实例说明了将墨直接容纳在液体容器中的形式的墨盒。作为墨盒的其它实施形式，还可以在容器 1 内装填多孔质弹性体，用多孔质弹性体含浸液体墨，构成多孔质弹性体墨盒，并可将上述弹性波发生器装在这样的墨盒上。另外，在上述实施例中，通过使用弹性振动型压电振动子，就可使墨盒小型化，也可使用纵振动型的压电振动子。此外，在上述实施例中，由同一弹性波发生器发送，接受弹性波。作为其它的实施例，使用发送用与接受用不同的弹性波发生器，也可检测残余墨量。

图 10 示出本发明墨盒的一个实施例。在上倾的底面 1a 垂直方向间隔地将多个弹性波发生器 65a, 65b, 65c 设置在容器 1 上。根据本实施例，弹性波发生器 65a, 65b, 65c 各自的位置处是否存在墨，在各弹性波发生器 65a, 65b, 65c 的安装位置处的、弹性波向各弹性波发生器 65a, 65b, 65c 反射的反射波的到达时间不同。因此，通过扫描各弹性波发生器 65a, 65b, 65c，检测弹性波发生器 65a, 65b, 65c 处的弹性波的反射波的到达时间，就能够检测出各弹性波发生器 65a, 65b, 65c 的安装位置处是否有墨。因此，能够分阶段地检测墨残量。例如，墨液面处于

弹性波发生器 65b 和弹性波发生器 65c 之间的位置时，弹性波发生器 65c 检测出无墨，而弹性波发生器 65b, 65a 检测出有墨。通过综合评价这些结果，就可清楚墨液面位于弹性波发生器 65b 和弹性波发生器 65c 之间。

图 11 示出本发明的墨盒的其它实施例。为了提高来自液面的反射波的强度，图 11 的墨盒把浮板 67 安装在浮子 68 上来覆盖液面。浮板 67 是用声阻抗高，且具耐墨性材料，例如陶瓷板制成。

图 12(A)和图 12(B)示出图 11 所示的墨盒的其它实施例。图 12(A)和图 12(B)的墨盒与图 11 的墨盒一样，为提高来自液面的反射波的强度，把浮板 67 安装在浮子 68 上来覆盖墨液面。图 12(A)是将弹性波发生器 65 沿垂直方向固定在上倾的底面 1a 上。墨残量变少，弹性波发生器 65 从液面处露出时，由于弹性波发生器 65 发出的弹性波的反射波到达弹性波发生器 65 的时间发生变化，因此能够检测出弹性波发生器 65 沿垂直方向的安装位置高度处有无墨。由于弹性波发生器 65 安装在上倾的底面 1a 上，因此即使弹性波发生器 65 检测出无墨之后，由于容器内多少还残余少许墨，因此，能够检测出墨接近用尽时的墨残余量。

图 12(B)是沿垂直方向按上下间隔把多个弹性波发生器 65a, 65b, 65c 设置在容器 1 的上倾的底面 1a 上。根据图 12(B)的实施例，根据弹性波发生器 65a, 65b, 65c 各自的位置处是否存在墨，在各弹性波发生器 65a, 65b, 65c 的安装位置处的、弹性波向各弹性波发生器 65a, 65b, 65c 反射的反射波的到达时间不同。因此，通过扫描各弹性波发生器 65a, 65b, 65c，检测弹性波发生器 65a, 65b, 65c 处的弹性波的反射波的到达时间，就

能够检测出各弹性波发生器 65a, 65b, 65c 的安装位置处是否有墨。因此, 能够分阶段地检测墨残量。例如, 假设墨液面处于弹性波发生器 65b 和弹性波发生器 65c 之间某点时, 弹性波发生器 65c 检测出无墨, 而弹性波发生器 65b, 65a 检测出有墨。通过综合评价这些结果, 就可清楚墨液面位于弹性波发生器 65b 和弹性波发生器 65c 之间。

图 13(A)和图 13(B)示出本发明的墨盒的又一个实施例。图 13(A)所示的墨盒在容器 1 的内部上设置的开口 1c 上配置吸墨体 74, 吸墨体 74 至少部分对着开口 1c。弹性波发生器 70 对着地开口 1c 固定在容器 1 的底面 1a 上。图 13(B)所示的墨盒是把吸墨体 75 对着槽 1h 配置, 该槽 1h 与开口 1c 连通。

根据图 13(A)和图 13(B)所示的实施例, 当容器 1 内墨消耗掉后, 吸墨体 74 及 75 从墨中露出, 吸墨体 74 及 75 的墨靠自重流出, 向打印头 31 提供墨。当墨用尽时, 吸墨体 74 及 75 由于吸收开口 1c 内残存的墨, 墨从开口 1c 的凹部被完全排出。因此, 在墨用尽时, 由于弹性波发生器 70 发生的弹性波的反射波的状态发生变化, 因此能够更加可靠地检测出墨用毕状态。

图 14(A)~图 14(C)示出开口 1c 的又一实施例。如图 14(A)至图 14(C)所示, 开口 1c 的形状只要是弹性波发生器可安装的形状即可。

图 15(A)和图 15(B)示出本发明的喷墨打印机的其它实施例的剖视面。图 15(A)仅示出喷墨打印机的断面。图 15(B)示出在喷墨打印机上安装着墨盒 272 时的断面。在喷墨记录用纸的宽度方向作往复运动的滑架 250 的下面有打印头 252。滑架 250 在打印头 252 上面具备副墨盒 256。副墨盒 256 具有与图 6 所示的副墨盒 33 同样的构成。副墨盒单元 256 在墨盒 272 的装载面侧上

具有供墨针 254。滑架 250 在装载墨盒 272 的区域内具有一个凸部 258，该凸部 258 对着墨盒 272 的底部。凸部 258 具有压电振动子等的弹性波发生器 260。

图 16(A)和图 16(B)示出图 15(A)和图 15(B)所示的打印装置上适用的墨盒的实施例。图 16(A)示出单色，例如黑色用的墨盒的实施例。本实施例的墨盒 272 具有容纳墨的容器和与打印装置的供墨针 254 以密封形式接合的供墨口 276。容器 274 在底面 274a 上有与凸部 258 嵌合的凹部 278。凹部 278 容纳超音波传递材料，例如凝胶材料。

供墨口 276 具有垫圈 282，阀体 286 及弹簧 284。垫圈 282 与供墨针 254 液密封接合。阀体 286 受弹簧 284 长期作用紧顶着垫圈 282。当把供墨针 254 插入供墨口 276 内时，阀体 286 受供墨针 254 推压，打开墨通路。在容器 274 的上部安装着半导体存储机构 288，该存储机构 288 存储有关墨盒的墨等的信息。

图 16(B)示出容纳多种墨的墨盒的实施例。容器 290 被隔板分隔成多个区域，即三个墨室 292, 294, 296。各墨室 292, 294, 296 均有供墨口 298, 300 及 302。在容器 290 的底面 290a 上对着各墨室 292, 294, 296 的区域上设置筒状凹部 310, 312, 314，用于传递弹性波发生器 260 发生的弹性波的凝胶体 304, 306, 308 容纳在上述的凹部内。

如图 15(B)所示，当把副墨盒单元 256 的供墨针 254 插入墨盒 272 的供墨口 276 内时，阀体 286 抵抗弹簧 284 后退，形成墨通路，墨盒 272 内的墨流入墨室 262 内。在墨充填到墨室 262 内时，在打印头 252 的喷嘴开口处产生负压，墨就充填到打印头 252 内，之后，执行记录动作。当通过记录动作而由打印头 252

消耗墨时，由于膜阀 266 下流侧的压力下降，膜阀 266 脱离阀体 270 而打开阀。因膜阀 266 打开，墨室 262 内的墨通过通路 35 流向打印头 252。随着墨流入打印头 252，墨盒 272 内的墨流入副墨盒单元 256 内。

在打印装置的动作期间，以预先设定的检测时间，例如以一定周期，向弹性波发生器 260 提供驱动信号。由该弹性波发生器 260 产生的弹性波从凸部 258 处射出，传递给墨盒 272 的底面 274a 的凝胶体 280，并被传递到墨盒 272 内的墨。在图 15(A) 和图 15(B) 中，虽然将弹性波发生器 260 设置在滑架 250 上，不过也可把弹性波发生器 260 设置在副墨盒 256 内。

由于弹性波发生器 260 发出的弹性波在墨液中传播，根据墨液的密度和液位高度，在墨液表面产生的反射波返回到弹性波发生器 260 的到达时间发生变化。因此，在墨组份一定的情况下，在墨液表面产生的反射波的到达时间只受墨量的影响。因此，通过检测弹性波发生器 260 激励后从墨液表面反射的反射波到达弹性波发生器 260 的时间，就可检测出墨盒内的墨量。另外，由于弹性波发生器 260 所产生的弹性波使墨中所含的粒子振动，因此，能够防止颜料等的沉淀。

因印刷操作或维护操作，在墨盒内的墨减少到接近墨枯竭前，弹性波发生器 260 发出弹性波后接受不到来自墨液面的反射波时，可判断出墨已接近用尽，并提醒更换墨盒。而当墨盒 272 没有按规定装在滑架 250 上时，弹性波发生器 260 产生的弹性波的形状发生极端变化。利用这种变化，在检测出弹性波极端变化时，发出报警信号，还能提醒用户检查墨盒 272。

弹性波发生器 260 发出的弹性波的反射波返回到弹性波发生器 260 的时间受容器 274 内的墨的密度影响。墨种类不同，

其密度也不相同，因此将与墨盒容纳的墨种类有关的数据存储在半导体存储机构 288 内，通过执行与之对应的检测程序，就能够更正确地检测墨残余量。

图 17 示出本发明的墨盒 272 的另外实施例。图 17 示出的墨盒 272 的底面 274a 为沿垂直方向向上倾斜的斜面。

图 17 的墨盒 272 内墨残余量变少，弹性波发生器 260 的弹性波的发射区域的局部露出墨液面时，弹性波发生器 260 发出的弹性波的反射波返回到弹性波发生器 260 的时间对应于墨液面的变化 $\Delta h1$ 连续地变化。 $\Delta h1$ 示出凝胶体 280 的两端处的底面 274a 的高度差。因此，通过检测反射波到达弹性波发生器 260 的时间，就能够准确地检测出从墨接近用尽的状态至墨用尽状态的过程。

图 18 示出本发明墨盒 272 及喷墨打印机的另一个实施例。图 18 的喷墨打印机在墨盒 272 的供墨口 276 侧的侧面 274b 上具有凸部 258'。凸部 258' 包含弹性波发生器 260'。为了与凸部 258 结合，在墨盒 272 的侧面 274b 上设置凝胶体 280'。根据图 18 的墨盒 272，墨量变少，弹性波发生器 260' 的弹性波的发射区域的局部露出液面时，弹性波发生器 260' 发出的弹性波的反射波返回到弹性波发生器 260' 的时间及声阻抗对应于液面的变化 $\Delta h2$ 连续地变化。 $\Delta h2$ 表示凝胶体 280' 的上端和下端的高度差。因此，通过检测反射波返回到弹性波发生器 260' 的时间或声阻抗的变化程度，就能够更准确地检测从墨接近用尽状态到墨用尽的过程。

在上述实施例中，举例说明了将墨直接容纳在墨盒容器 274 内形式的墨盒。作为墨盒的其它实施例，还可以在容器 274 内装填多孔质弹性体，用多孔质弹性体含浸液体墨，构成多孔质弹性

体墨盒，也可在该墨盒上应用上述弹性波发生器 260。另外，在上述实施例中，在以液面反射的反射波为基础，检测墨残量时，利用相同弹性波发生器 260 及 260' 输送及接受弹性波。本发明不限于这些实施，例如，作为其它的实施例，也可以使用不同的弹性波发生器 260 分别作为弹性波的发送和接受用以检测墨残量。

图 19 示出图 16 所示的墨盒 272 的其它实施例。墨盒 272 因将浮板 316 安装在浮子 318 上，覆盖了墨液面，从而提高了墨液面的反射波强度。浮板 316 最好用声阻抗高，且具耐墨性材料，例如陶瓷板制成。

图 20(A)~图 20(C)及图 21(A)~图 21(F)示出本发明为压电装置一个实施例的驱动器 106 的详细构造及等效电路。此处所称的驱动器在至少检测声阻抗变化，来检测液体容器内的液体的消耗状态的方法中应用。特别是，用在这样的方法中，该方法是利用残留振动检测共振频率，至少检测声阻抗的变化来检测液体容器内的液体的消耗状态。图 20(A)是驱动器 106 的放大平面图。图 20(B)示出驱动器 106 的 B-B 剖面图。图 20(C)示出驱动器 106 的 C-C 剖面图。此外，图 21(A)及图 21(B)示出驱动器 106 的等效电路，图 21(C)及图 21(D)示出在各墨盒内装满墨时的包含驱动器 106 的周围情况及其等效电路，图 21(E)及图 21(F)示出各墨盒内无墨时的包含驱动器 106 的周围情况及其等效电路。

驱动器 106 包括底板 178，振动板 176，压电层 160，上部电极 164 及下部电极 166，上部电极端子 168，下部电极端子 170，辅助电极 172；底板 178 在其大约中心位置具有圆形开口 161；振动板 176 配备在底板 178 的一侧面上(以下，称作表面)，用于覆盖开口 161；压电层 160 配置在振动板 176 的表面侧上；

从两侧夹住压电层 160 的与上部电极电连接的与下部电极 166 电连接的被配置在上部电极 164 及上部电极端子 168 之间的，且将两者电连接的。每个压电层 160，上部电极 164 及下部电极 166 主要部分为圆形。压电层 160，上部电极 164 及下部电极 166 的各圆形部分形成压电元件。

振动板 176 形成在底板 178 的表面上，覆盖了开口 161。振动板 176 的面朝开口 161 的部分和底板 178 的表面的开口 161 形成空腔 162。至于底板 178 的压电元件这样来构成，其相反侧的面(以下称为里面)朝对液体容器侧，空腔 162 与液体相接触。为了确保空腔内 162 即使流入液体，这些液体不会在底板 178 的表面侧泄漏，振动板 176 相对于底板 178 应密闭地安装。

下部电极 166 位于振动板 176 的表面，即与液体容器相对侧的表面上，下部电极 166 的主要部分即，圆形部分的中心与开口 161 的中心应基本安装得一致。下部电极 166 的圆形部分的面积设定成比开口 161 的面积小。另一方面，在下部电极 166 的表面侧上如下地形成压电层 160，即压电层 160 的圆形部分的中心和开口 161 的中心基本一致。压电层 160 的圆形部分的面积要比开口 161 的面积小，且要比下部电极 166 的圆形部分的面积大。

在压电层 160 的表面侧上如下地形成上部电极 164，即，该上部电极 164 的为主要部分的圆形部分的中心与开口 161 的中心基本一致。上部电极 164 的圆形部分的面积要比开口 161 及压电层 160 的圆形部分的面积小，但要比下部电极 166 的圆形部分的面积大。

因此，压电层 160 主要部分是由上部电极 164 的主要部分和下部电极的主要部分分别从表面侧和里面侧夹住，从而能够有

效地使压电层 160 变形驱动。压电层 160, 上部电极 164 及下部电极 166 各主要部分, 即圆形部分形成驱动器 106 上的压电元件。如上所述, 压电元件与振动板接触。另外, 在上部电极 164 的圆形部分, 压电层 160 的圆形部分, 下部电极的圆形部分及开口 161 中, 面积最大的是开口 161, 而且, 根据该构造, 振动板中实际发生振动的振动区域由开口 161 决定。由于上部电极 164 的圆形部分, 压电层 160 的圆形部分及下部电极的圆形部分的面积比开口小, 因此, 振动板 176 更容易振动。此外, 在与压电层 160 电连接的下部电极 166 的圆形部分及上部电极 164 的圆形部分中, 下部电极 166 的圆形部分小。因此, 下部电极 166 的圆形部分决定了压电层 160 中产生压电效果的部分。

压电层 160, 上部电极 164 和下部电极 166 的圆形部分的中心形成压电元件, 基本与开口 161 的中心一致。且圆形开口 161 的中心, 决定振动板 176 的振动部, 在驱动器 106 的大约中心上。因此, 驱动器 106 的振动部的中心与驱动器 106 的中心一致。由于压电元件和振动板的振动部具有圆形形状, 驱动器 106 的振动部与驱动器 106 的中心是对称的。

由于振动部与驱动器 106 的中心对称, 避免了不对称结构, 就会发生不必要的振动激励。因此, 检测共振频率的准确性就增加了。并且, 由于振动部与驱动器 106 的中心对称, 驱动器 106 易于制造。每个压电元件形状的不匀性就会降低。因此, 每个压电元件 174 的共振频率的不匀性降低。另外, 由于振动部为相同形状, 振动部很难影响在弯曲程序中固定的不匀性, 即振动部均匀地弯向液体容器。因此, 驱动器 106 易于组装到液体容器上。

另外, 振动板 176 的振动部为圆形, 下部共振模, 例如初级共振模控制压电层 160 的残留振动的共振模, 在共振模上就会出

现单峰。因此，峰与噪音可清楚地进行区分，可清楚检测共振频率。并且，反向电动势振幅的区别和共振频率振幅的区别，检测共振频率的准确性通过增加圆形振动板 176 的振动部的区域而增强，取决于液体容器内存在的液体是否增加。

振动板 176 的振动产生的移位大于底板 178 振动产生的移位。驱动器 106 由具有很小柔顺性的底板 178，即其在振动时不会发生移位。和具有很大大柔顺性的振动板 176，即其在振动时易于发生移位构成的。通过这种两层结构，驱动器 106 可通过底板 178 与液体容器牢固连接，同时，通过振动的振动板 176 的移位增强。因此，反向电动势振幅的区别和共振频率振幅的区别取决于液体容器内存在的液体是否增加。因而检测共振频率的准确性增加。由于振动板 176 的柔顺性大，对于振动的关注降低，检测共振频率的准确性增加。驱动器 106 的振动结位于腔 162 的周边，即开口 161 的周边。

上部电极端子 168 按照通过辅助电极 172，与上部电极 164 电气连通的方式，形成于振动板 176 的外面侧。下部电极端子 170 按照与下部电极 166 电气连通的方式，形成于振动板 176 的外面侧。由于上部电极 164 形成于压电层 160 的外面侧，这样在与上部电极端子 168 连接的途中，必须要形成等于压电层 160 的厚度和下部电极 166 的厚度的总和的台阶。仅仅通过上部电极 164，难于形成该台阶，即使在可形成该台阶的情况下，上部电极 164 与上部电极端子 168 之间的连接仍是较弱的，具有切断的危险。于是，将辅助电极 172 用作辅助部件，将上部电极 164 与上部电极端子 168 连接。通过采用上述方式，形成压电层 160 以及上部电极 164 均支承于辅助电极 172 上的结构，从而可获得所需的机械强度，另外可确实将上部电极 164 与上部电极端

子 168 牢固连接。

此外，压电元件与振动板 176 中的，与压电元件面对的振动区域为在驱动器 106 中实际上产生振动的振动部。另外，包含于驱动器 106 中的部件最好通过相互烧制的方式，形成一体。通过整体形成驱动器 106，便容易对驱动器 106 进行操作。还有，通过提高底板 178 的强度，振动特性增加。即，通过提高底板 178 的强度，仅仅驱动器 106 中的振动部产生振动，驱动器 106 中的振动部以外的部分不产生振动。此外，为了使驱动器 106 中的振动部以外的部分不产生振动，与提高底板 178 的强度的情况相对，可使形成的驱动器 106 厚度和尺寸尽可能小，减小振动板 176 的厚度。

作为压电层 160 的材料，最好采用锆酸钛酸铅(PZT)，锆酸钛酸铅镧(PLZT)，或使用不含铅的无铅压电膜，作为底板 178 的材料，最好采用氧化锆或氧化铝。还有，最好振动板 176 采用与底板 178 相同的材料。上部电极 164，下部电极 166，上部电极端子 168 和下部电极端子 170 可采用具有导电性的金属，比如，金，银，铜，金铂合金，铝，镍等金属。

按照上述方式构成的驱动器 106 可用于接纳液体的容器。比如，可安装于喷墨打印机中所采用的墨盒，墨箱，或接纳有用于清洗打印头的清洗液的容器等中。

图 20(A)~图 20(C)和图 21(A)~图 21(F)所示的驱动器 106 按照下述方式安装，该方式为：在液体容器中的规定部位，使腔 162 与液体容器内的液体相接触。在液体容器中盛有足够的液体情况下，腔 162 内部和其外侧充满液体。另一方面，如果液体容器中的液体消耗，其液面降低到驱动器的安装位置以下的标高，则处于下述状态，即腔 162 内部没有液体，或仅仅在腔 162 内部残

余有液体，在其外侧存在有气体。驱动器 106 检测该状态的变化造成的，至少声阻抗的差值。由此，驱动器 106 可对液体容器中是否盛有足够的液体，或是否消耗了一定量以上的液体的情况进行检测。此外，驱动器 106 还可查明液体容器内的液体的种类。

下面对采用驱动器的液面检测原理进行描述。

为了检测媒体的声阻抗的变化，测定媒体的阻抗特性或导纳特性。在测定阻抗特性或导纳特性情况下，可采用比如，传送电路。该传送电路通过对媒体施加一定电压，改变频率，测定流过媒体的电流。或，传送电路通过向媒体供给一定的电流，改变频率，测定施加于媒体上的电压。通过传送电路测定的电流值或电压值的变化表示声阻抗的变化。此外，电流值或电压值为最大或最小的频率 f_m 的变化也表示声阻抗的变化。

与上述的方法不同，驱动器可仅仅通过共振频率的变化，检测液体的声阻抗的变化。在作为利用液体的声阻抗的变化的方法，采用在驱动器中的振动部振动后，通过测定振动部中残存的残留振动而造成的反向电动势，检测共振频率的方法，可采用压电元件。压电元件为通过在驱动器中的振动部残存的残留振动，传送反向电动势的元件，该反向电动势的值随驱动器中的振动部的振幅而变化。于是，驱动器中的振动部的振幅越大，越容易检测。此外，反向电动势的值发生变化的周期随驱动器中的振动部的残留振动的频率而变化。于是，驱动器中的振动部的频率与反向电动势的频率相对应。在这里，共振频率指驱动器中的振动部，与和该振动部相接触的媒体之间处于共振状态的频率。

为了获得共振频率 f_s ，对通过振动部和媒体处于共振状态时的反向电动势的测定而获得的波形进行傅里叶变换。由于驱动器的振动不仅伴随有单向的变形，而且伴随有挠曲，伸长等各种变

形，这样其具有包含共振频率 f_s 的各种频率。于是，通过对压电元件与媒体处于共振状态时的反向电动势的波形进行傅立叶变换，指定最主要的频率成分，判断共振频率 f_s 。

频率 f_m 指媒体的导纳值为最大或阻抗值为最小时的频率。如果为共振频率 f_s ，则由于媒体的介电损耗或机械损失等，频率 f_m 相对共振频率 f_s ，产生微小的误差。但是，由于从实测的频率 f_m 推导出共振频率 f_s 是较费时间的，一般以频率 f_m 代替共振频率。这里，通过将驱动器 106 的输出输入到传送电路中，该驱动器 106 便可至少检测声阻抗。

经实验证明，通过下述方法指定的共振频率之间基本上没有差别，该方法指通过测定媒体的阻抗特性或导纳特性，测定频率 f_m 的方法，以及通过测定驱动器中的振动部的残留振动而造成的反向电动势，测定共振频率 f_s 的方法。

驱动器 106 中的振动区域指构成振动板 176 中的，由开口 161 确定的腔 162 的部分。在液体容器的内部填充足够量的液体时，液体充满于腔 162 内部，振动区域与液体容器内的液体相接触。在液体容器内部，没有足够量的液体时，振动区域与残余于液体容器内部的腔中的液体相接触，或不与液体相接触，与气体或真空相接触。

在本发明的驱动器 106 中设置有腔 162，由此，该腔可按照液体容器内的液体残余于驱动器 106 中的振动区域中的方式设置。其理由如下。

由于驱动器 106 在液体容器中的安装位置或安装角度，会产生下述情况，即尽管液体容器内的液体的液面位于驱动器的安装位置的下方，液体却附着于驱动器中的振动区域。在驱动器仅仅通过振动区域的液体的有无情况，来检测液体的有无时，附着于

驱动器中的振动区域的液体妨碍正确地检测液体的有无情况。例如，在液面位于驱动器的安装位置的下方的状态时，如果随墨盒的往复移动等，液体容器产生晃动，液体产生波动，液滴附着于振动区域，则驱动器会误判定为在液体容器内部，液体有足够量。按照上述方式，通过采用具有腔的驱动器，便可防止误动作。

另外，如图 21(E)所示，下述情况形成液体的有无的极限值，指液体容器内没有液体，在驱动器 106 中的腔 162 中残余有液体容器内的液体。即，在腔 162 的周边没有液体，腔内的液体少于该极限值，判定为没有墨，如果在腔 162 的周边具有液体，液体大于上述极限值情况下，判定为具有墨。比如，在将驱动器 106 安装于液体容器的侧壁上，判定液体容器内的液体位于驱动器的安装位置下方是没有墨的，另外判定液体容器内的液体位于驱动器的安装位置上方情况下是有墨的。通过按照上述方式设定极限值，即使在腔内的墨干燥，没有墨的情况下，仍判定为没有墨，在腔内的墨没有时，即使在因腔晃动等原因，墨再次附着于腔上的情况下，由于未超过极限值，从而仍可判定为没有墨。

下面，参照图 20(A)~图 20(C)和图 21(A)~图 21(F)，对根据通过反向电动势的测定得出的，媒体与驱动器 106 中的振动部的共振频率，检测液体容器内的液体状态的动作和原理进行描述。通过上部电极端子 168 和下部电极端子 170，分别对上部电极 164 和下部电极 166 施加电压。在压电层 160 中的，由上部电极 164 和下部电极 166 夹持的部分，产生电场。由于该电场的作用，压电层 160 发生变形。由于压电层 160 发生变形，振动板 176 中的振动区域以挠曲的方式振动。在压电层 160 发生变形之后，不久以挠曲方式的振动便残存于驱动器 106 中的振动部中。

残留振动指驱动器 106 中的振动部与媒体的自由振动。于

是，通过使施加于压电层 160 上的电压变为脉冲波形或矩形波，这样在施加电压之后，可以很容易地使振动部与媒体处于共振状态。由于残留振动由驱动器 106 中的振动部产生，这样还使压电层 160 产生变形。因此，压电层 160 产生反向电动势。该反向电动势通过上部电极 164，下部电极 166，上部电极端子 168 和下部电极端子 170 检测。由于可通过所检测出的反向电动势，指定共振频率，这样可对液体容器内的液体消耗状态进行检测。

通常，共振频率 f_s 表示为：

$$f_s = 1 / (2 \times \pi \times (M \times C_{\text{振动部}})^{1/2}) \quad (1)$$

其中， M 表示振动部的阻抗 $M_{\text{振动部}}$ 与附加阻抗 M' 的总和。

$C_{\text{振动部}}$ 表示振动部的顺量。

图 20(C)为本实施例中的，腔中没有残余墨时的驱动器 106 的剖面图。图 21(A)和图 21(B)表示腔中没有残余墨时的驱动器 106 中的振动部与腔 162 的等效电路。

$M_{\text{振动部}}$ 表示将振动部的厚度与振动部的密度的乘积值除以振动部的面积得出的值，更具体地说，如图 21(A)所示， $M_{\text{振动部}}$ 表示为：

$$M_{\text{振动部}} = M_{\text{压电层}} + M_{\text{电极1}} + M_{\text{电极2}} + M_{\text{振动板}} \quad (2)$$

其中， $M_{\text{压电层}}$ 表示将振动部中的压电层 160 的厚度与压电层 160 的密度的乘积值除以压电层 160 的面积得出的值。 $M_{\text{电极1}}$ 表示将振动部中的上部电极 164 的厚度与上部电极 164 的密度的乘积值除以上部电极 164 的面积得出的值。 $M_{\text{电极2}}$ 表示将振动部中的下部电极 166 的厚度与下部电极 166 的密度的乘积值除以下部电极 166 的面积得出的值。 $M_{\text{振动板}}$ 表示将振动部中的振动板 176 的厚度与振动板 176 的密度的乘积值除以振动板 176 的面积得出的值。但是，按照 M_{act} 可根据作为振动部的整体的

厚度，密度和面积计算出的方式，在本实施例中，最好压电层 160，上部电极 164，下部电极 166 和振动板 176 中的振动区域中的相应面积中的，具有上述的大小关系的值的相互面积差是极小的。此外，在本实施例中，最好在压电层 160，上部电极 164 和下部电极 166 中，作为它们的主要部分的圆形部分以外的部分相对上述主要部分来说，是很微小的而忽略不计。于是，在驱动器 106 中， $M_{\text{振动部}}$ 为上部电极 164，下部电极 166，压电层 160 和振动板 176 中的振动区域的相应声质量的总和。另外，顺量 $C_{\text{振动部}}$ 指由上部电极 164，下部电极 166，压电层 160 和振动板 176 中的振动区域形成的部分的顺量。

此外，图 21(A)，图 21(B)，图 21(D)，图 21(F) 表示驱动器 106 中的振动部与腔 162 的等效电路，但是在这些等效电路中， $C_{\text{振动部}}$ 表示驱动器 106 中的振动部的顺量。 $C_{\text{压电层}}$ ， $C_{\text{电极1}}$ ， $C_{\text{电极2}}$ 和 $C_{\text{振动板}}$ 分别表示振动部中的压电层 160，上部电极 164，下部电极 166 和振动板 176 的顺量。 $C_{\text{振动部}}$ 由下面的公式 3 表示。

$$1/C_{\text{振动部}} = (1/C_{\text{压电层}}) + (1/C_{\text{电极1}}) + (1/C_{\text{电极2}}) + (1/C_{\text{振动板}}) \quad (3)$$

上述公式 2 和 3 还可按照图 21(A)，图 21(B) 所示的方式表示。

顺量 $C_{\text{振动板}}$ 表示通过对振动部的单位面积施加压力时的变形，可接纳媒体的体积。换言之，顺量 $C_{\text{振动板}}$ 还表示变形的容易程度。

图 21(C) 为下述驱动器 106 的剖面图，该场合指液体容器中填充有足够的液体，在驱动器 106 的振动区域的周边处充满液体。图 21(C) 中的 $M'_{\text{最大值}}$ 表示下述场合的附加声质量的最大值，指液体容器中填充有足够的液体，在驱动器 106 的振动区域的周边处充满液体。该 $M'_{\text{最大值}}$ 表示为：

$$M'_{\text{最大值}} = (\pi \times \rho / (2 \times k^3) \times (2 \times (2 \times k \times a)^3 / (3 \times \pi))) / (\pi \times a^2)^2 \quad (4)$$

其中， a 表示振动部的半径， ρ 表示媒体的密度， k 表示波数。

此外，公式 4 在驱动器 106 中的振动区域为半径 a 的圆形情况下成立。附加声质量 M' 为表示通过位于振动部附近的媒体的作用，振动部的质量看上去增加的量。

根据公式 4 可知， $M'_{\text{最大值}}$ 随振动部的半径 a ，媒体的密度 ρ 而增加。

波数 k 表示为：

$$k = 2 \times \pi \times f_{\text{振动部}} / c \quad (5)$$

其中， $f_{\text{振动部}}$ 表示未接触到液体时的振动部的共振频率。 c 表示在媒体中传播的声音的速度。

图 21(D) 表示图 21(C) 的驱动器 106 中的振动部和腔 162 的等效电路，指液体容器中盛有足够的液体，在驱动器 106 中的振动区域的周边处充满有液体。

图 21(E) 表示下述驱动器 106 的剖面图，当液体容器中的液体消耗时，在驱动器 106 中的振动区域的周边处没有液体，在驱动器 106 中的腔 162 内部残余有液体。公式 4 表示，在液体容器中盛满液体情况下，根据墨的密度 ρ 等而确定的最大的声质量 $M'_{\text{最大值}}$ 。另一方面，在液体容器中的液体消耗，在腔 162 内部残余有液体，同时位于驱动器 106 中的振动区域的周边处的液体处变为气体或真空，上述 M' 表示为：

$$M' = \rho \times t / S \quad (6)$$

其中 t 表示振动的媒体的厚度。 S 表示驱动器 106 中的振动区域的面积。如果该振动区域为半径 a 的圆形， $S = \pi \times a^2$ 。于是，附加声质量 M' ，按照公式 4 计算，指液体容器中盛有足够的液

体，在驱动器 106 中的振动区域的周边处充满液体。附加声质量 M' 按照公式 6 计算，当液体消耗，在驱动器 106 振动区域的周边没有液体存在，在腔 162 内部残余有液体。

如图 21(E)所示，附加声质量 M' 适合定为 M'_{cav} ，当液体容器中的液体消耗时，在驱动器 106 中的振动区域的周边处没有液体，在驱动器 106 中的腔 162 内部残余有液体，其与驱动器 106 中的振动区域的周边处充满液体时的附加声质量 $M'_{最大值}$ 不同。

图 21(F)表示图 21(E)的驱动器 106 中的振动部和腔 162 的等效电路，当液体容器中的液体消耗时，在驱动器 106 中的振动区域的周边处没有液体，在驱动器 106 中的腔 162 内部残余有液体。

与媒体的状态有关的参数在公式 6 中，指媒体的密度 ρ 和媒体的厚度 t 。在液体容器中盛有足够的液体时，液体与驱动器 106 中的振动部相接触，在液体容器中未盛有足够的液体时，液体残余于腔的内部，或气体或真空与驱动器 106 中的振动部相接触。如果驱动器 106 的周边的液体消耗时，从图 21(C)的 $M'_{最大值}$ 变为图 21(E)的 M'_{cav} 的过程中的附加声质量为 M'_{var} ，则由于媒体的厚度 t 随液体容器内部的液体的接纳状态而发生变化，这样附加声质量 M'_{var} 变化，共振频率也变化。于是，通过指定共振频率 f_s ，可液体容器内部的液体的有无情况进行检测。因此，通过具体的共振频率可检测液体容器内液体的存在。按照图 21(E)所示的方式， $t = d$ ，如果采用公式 6 表示 M'_{cav} ，将腔的深度 d 代入公式 6 中的 t ，则 M'_{cav} 表示为：

$$M'_{cav} = \rho \times d / S \quad (7)$$

另外，即使在媒体为种类相互不同的液体的情况下，由于成分的不同，其相应的密度 ρ 不同，这样附加声质量 M' 发生变化，

共振频率也变化。于是，通过指定共振频率 f_s ，便可检测液体的种类。此外，在仅仅墨或空气中的任何一个与驱动器 106 中的振动部相接触，而不混合的情况下，同样可通过公式 4 进行计算，检测 M' 的变化值。

图 22(A) 为表示墨盒内的墨量，与墨和振动部的共振频率 f_s 之间的关系的曲线图。对作为液体的一个实施例的墨进行描述。纵轴表示共振频率 f_s ，横轴表示墨量。当墨的成分一定时，随着墨残余量的降低，共振频率上升。

在墨容器中盛有足够的墨，在驱动器 106 中的振动区域的周边处充满墨时，其最大的附加声质量 $M'_{\text{最大值}}$ 为由公式 4 表示的值。在墨消耗时，腔 162 内残余有液体，同时在驱动器 106 中的振动区域的周边没有充满墨时，附加声质量 M'_{var} 根据媒体的厚度 t ，通过公式 6 计算出。由于公式 6 中的 t 为与振动相关的媒体的厚度，这样通过使驱动器 106 中的腔 162 的 d (参照图 20(B)) 减小，即，使底板 178 的厚度减小到足够小，这样还可检测到墨慢慢消耗的过程 (参照图 21(C))。 $t_{\text{墨}}$ 为振动的墨的厚度， $t_{\text{墨-最大值}}$ 为附加声质量 $M'_{\text{最大值}}$ 中的 $t_{\text{墨}}$ 。例如，在墨盒的底面，驱动器 106 相对墨的液面基本上水平设置。如果墨消耗，墨的液面从驱动器 106，到达 $t_{\text{墨-最大值}}$ 的高度以下，则根据公式 6， $M'_{\text{最大值}}$ 慢慢地变化，根据公式 1，共振频率 f_s 慢慢地变化。于是，只要墨的液面在 t 的范围内，驱动器 106 便可慢慢地检测墨的消耗状态。

此外，通过使驱动器 106 中的振动区域的尺寸或长度增加，并且将其沿纵向设置，则随着墨的消耗造成的液面的位置，公式 6 中的 S 发生变化。于是，驱动器 106 还可检测墨慢慢消耗的过程。例如，在墨盒的侧壁上，驱动器 106 基本上与墨的液面相垂

直地设置。如果墨消耗，墨的液面到达驱动器 106 中的振动区域，由于随着液位的降低，附加声质量 M' 减少，则根据公式(1)，共振频率 f_s 逐渐增加。于是，只要墨的液面在腔 162 的直径 $2a$ (图 21(C)) 的范围内，驱动器 106 便可慢慢地检测墨的消耗状态。

图 22(A) 中的曲线 X 表示接纳墨箱内的墨的量，与墨和振动部的共振频率 f_s 之间的关系，指驱动器 106 中的腔 162 足够浅情况下，或驱动器 106 中的振动区域足够大或长。可理解，不但墨箱内的墨的量减少，而且墨和振动部的共振频率 f_s 慢慢地变化的状态，

更具体地说，指可检测墨慢慢地消耗的过程，以及在驱动器 106 中的振动区域的周边处，其密度相互是不同的液体与气体均存在，并且受到振动。随着上述墨的逐渐消耗，在驱动器 106 中的振动区域的周边处受到振动的媒体中，液体减少，而气体增加。例如，在驱动器 106 相对墨的液面水平设置时，当 $t_{\text{墨}}$ 小于 $t_{\text{墨-最大值}}$ 时，受到驱动器 106 的振动的媒体同时包括墨和气体。于是，如果驱动器 106 中的振动区域的面积为 S ，通过气体附加声质量表示小于公式 4 中的 $M'_{\text{最大值}}$ 的状态，则下述公式成立，该公式为：

$$M' = M'_{\text{空气}} + M'_{\text{墨}} = \rho_{\text{空气}} \times t_{\text{空气}} / S + \rho_{\text{墨}} \times t_{\text{墨}} / S \quad (8)$$

其中， $M'_{\text{空气}}$ 表示空气的声质量， $M'_{\text{墨}}$ 表示墨的声质量。 $\rho_{\text{空气}}$ 表示空气的密度， $\rho_{\text{墨}}$ 表示墨的密度。 $t_{\text{空气}}$ 表示受振动的空气的厚度， $t_{\text{墨}}$ 表示受振动的墨的厚度。随着在受驱动器 106 中的振动区域周边处的振动的媒体中的墨的减少，气体的增加，在驱动器 106 相对墨的液面基本上水平设置， $t_{\text{空气}}$ 和 $t_{\text{墨}}$ 变化。由此， M'_{var} 慢慢地减少，共振频率慢慢地增加。于是，可检测残余于墨箱内的墨的量或墨的消耗量。此外，在公式 7 中仅仅有液体的

密度一项的原因在于：假定相对液体的密度，空气的密度小到可忽略不计的程度。

在驱动器 106 基本上沿与液体的液面相垂直的方向设置时，将其视为驱动器 106 中的振动区域中的，受驱动器 106 的振动的媒体仅仅为墨的区域，以及受驱动器 106 的振动的媒体仅仅为气体的区域的并联的等效电路(图中未示出)。如果受驱动器 106 的振动的媒体仅仅为墨的区域的面积为 $S_{\text{空气}}$ ，受驱动器 106 的振动的媒体仅仅为气体的区域的面积为 $S_{\text{墨}}$ ，则下述公式成立，该公式为：

$$1/M' = 1/M'_{\text{空气}} + 1/M'_{\text{墨}} = S_{\text{空气}} / (\rho_{\text{空气}} \times t_{\text{空气}}) + S_{\text{墨}} / (\rho_{\text{墨}} \times t_{\text{墨}}) \quad (9)$$

还有，公式 9 适合用于在驱动器 106 的腔中没有墨。对于在驱动器 106 中的腔中有墨时，可通过公式 7，公式 8 和公式 9 计算。

在底板 178 的厚度较厚，即腔 162 的深度 d 较深， d 比较接近媒体的厚度 $t_{\text{墨-最大值}}$ 情况下，或在采用与液体容器的高度相比较，振动区域很小的驱动器 106 情况下，实际上相对检测墨慢慢地减少的过程的情况，可检测墨的液面是位于驱动器的安装位置的上方位置，还是下方位置。换言之，检测驱动器的振动区域内墨的有无。例如，图 22(A)的曲线 Y 表示较小的圆形的振动区域情况下的墨箱内的墨的量，与墨和振动部的共振频率 f_s 之间的关系。墨箱内的墨的液面在通过驱动器的安装位置的前后的墨量 Q 之间，墨和振动部的共振频率 f_s 呈现急剧变化的状态。由此，可检测在墨箱内部，是否残余有超过规定量的墨。

利用驱动器 106 检测液体是否存在的方法要比通过软件计算墨消耗量的方法精确的多，因为驱动器 106 通过与液体直接接触而检测墨的存在。并且，通过导电性使用电极检测墨的存在，

受到液体容器安装位置和墨的类型的影响，但是利用驱动器 106 检测液体存在的方法不受液体容器安装位置和墨的类型的影响。且由于液体的存在的振荡和检测可通过半日个驱动器 106 完成。相对而言于使用单个传感器对液体存在进行检测和振荡，安装在液体容器上的传感器的数目减少。因此，液体容器可以低价制造。另外，通过将压电层 160 的振动频率设定为超出音频，在驱动器 106 的运转中其所产生的声音减少。

图 22(B)表示图 22(A)中的曲线 Y 的墨的密度，与墨和振动部的共振频率 f_s 之间的关系。作为液体，以墨作为实例。如图 22(B)所示，如果墨的密度增加，由于附加声质量增加，共振频率 f_s 减小。即，共振频率 f_s 随墨的种类而不同。于是，通过测定共振频率 f_s ，在再次填充墨时，可确认是否没有混入密度不同的墨。

因此，驱动器 106 可识别接纳其种类相互是不同的墨的墨箱。

下面进行详细描述，可正确地检测液体状态的条件，该场合指按照即使在液体容器内的液体用完的情况下，在腔 162 内部仍残余有墨的方式，设定腔的尺寸与形状。如果驱动器 106 可在液体充满腔 162 内部情况下，检测液体的状态，则即使在液体未充满腔 162 的内部的情况下，仍可检测液体的状态。

共振频率 f_s 为声质量 M 的函数。声质量 M 为振动部的声质量 $M_{\text{振动部}}$ 与附加声质量 M' 的总和。附加声质量 M' 与液体的状态有关。附加声质量 M' 指表示由于振动部附近处的媒体的作用，振动部的质量看上去增加的量。即，指由于振动部的振动，看上去所吸收的媒体而造成的振动部的质量的增加的量。

于是，在 M'_{cav} 大于公式 4 中的 $M'_{\text{最大值}}$ 情况下，看上去所

吸收的媒体全部为残余于腔 162 内部的液体。由此，与在液体容器内部盛满液体的状态相同。由于 M' 没有发生变化，这样共振频率 f_s 也不发生变化。因此，驱动器 106 不能够检测液体容器内的液体的状态。

另一方面，在 M'_{cav} 小于公式 4 中的 $M'_{最大值}$ 情况下，看上去所吸收的媒体为残余于腔 162 内部的液体，以及液体容器内的气体或真空。由于此时，与在液体容器内部盛满液体的状态不同， M' 发生变化，这样共振频率 f_s 发生改变。于是，驱动器 106 可检测液体容器内的液体的状态。

即，在液体容器内的液体用完的状态，在驱动器 106 中的腔 162 的内部残余有液体情况下，驱动器 106 可准确地检测液体的状态的条件指 M'_{cav} 小于 $M'_{最大值}$ 。还有，驱动器 106 可准确地检测液体的状态的条件 $M'_{最大值} > M'_{cav}$ 与腔 162 的形状无关。

M'_{cav} 指其容积基本上等于腔 162 的容积的液体的质量。因此，根据 $M'_{最大值} > M'_{cav}$ 这个不等式，驱动器 106 可准确地检测液体的状态的条件可表示为腔 162 的容积的条件。例如，如果圆形的腔 162 的开口 161 的半径由 a 表示，另外腔 162 的深度由 d 表示，则下述公式成立，该公式为：

$$M'_{最大值} > \rho \times d / \pi a^2 \quad (10)$$

如果展开公式 10，则要求下述条件，该条件为：

$$a/d > 3 \times \pi / 8 \quad (11)$$

此外，只要在腔 162 的形状为圆形情况下，公式 10，公式 11 便成立。如果采用非圆形情况下的 $M'_{最大值}$ 的公式，以公式 10 中的 πa^2 代替其面积进行计算，则导出腔的宽度和长度等的值与深度之间的关系。

因此，如果采用下述驱动器 106，该驱动器 106 具有作为满

足公式 11 的开口 161 的半径 a 和腔的深度 d 的腔 162, 则即使在液体容器内的液体为用完的状态, 并且在腔 162 内部残余有液体的情况下, 仍可检测液体的状态, 不会发生误动作。

由于附加声质量还影响声阻抗特性, 这样测定因残留振动而在驱动器 106 中产生的反向电动势的方法也可至少检测声阻抗的变化。

此外, 按照本实施例, 测定在驱动器 106 产生振动, 由于此后的残留振动而在驱动器 106 中产生的反向电动势。但是, 下述情况不是必须的, 该情况指由于驱动器 106 中的振动部因驱动电压造成的自振, 对液体进行振动。即, 由于振动部即使在本身不振荡的情况下, 仍与和其相接触的范围内的液体一起振动, 这样压电层 160 以挠曲方式发生变形。该残留振动使压电层 160 产生反向电动势, 将该反向电动势传递给上部电极 164 和下部电极 166。也可利用此现象, 检测液体的状态。比如, 在喷墨打印机中, 也可利用下述驱动器中的振动部的周围的振动, 检测墨箱或其内部的墨的状态, 该驱动器中的振动部周围的振动是由于打印时的打印头的滑移而在滑架上作往复移动造成的振动产生的。

图 23(A)和图 23(B)表示使驱动器 106 振动后的, 驱动器 106 中的残留振动的波形与残留振动的测定方法。可通过驱动器 106 振荡后的残留振动的频率变化, 或振幅变化, 检测墨液位相对墨盒内的驱动器 106 的安装位置标高的变化。在图 23(A)和图 23(B)中, 纵轴表示驱动器 106 的残留振动所产生的反向电动势的电压, 横轴表示时间。由于驱动器 106 的残留振动, 如图 23(A)和图 23(B)所示, 产生电压的模拟信号的波形。接着, 将该模拟变换为与信号的频率相对应的数字化的数值。

在图 23(A)和图 23(B)所示的实例中, 通过测定模拟信号中

的第 4~8 次脉冲之间的 4 个脉冲所发生的时间，对墨的有无情况进行检测。

更具体地说，在驱动器 106 振荡后，计算使预先设定的规定的基准电压从低电压一侧横向切换到高电压一侧的次数。数字信号在第 4~8 次期间较高，通过规定的时钟脉冲，测定第 4~8 次之间的时间。

图 23(A)为墨的液面位于驱动器 106 的安装位置标高上方时的波形。图 23(B)为在驱动器 106 的安装位置标高下方时的波形。如果对图 23(A)和图 23(B)进行比较，便知道图 23(A)中的，第 4~8 次之间的时间比图 23(B)的长。换言之，随墨的有无变化，第 4~8 次的时间是不同的。利用该时间的差别，可检测墨的消耗状态。从模拟波形中的第 4 次开始计算是因为：在驱动器 106 的振动稳定后，开始进行测定。从第 4 次进行计算的情况仅为一个实例，也可从任意的次数开始进行计算。

检测第 4~8 次之间的信号，通过规定的时钟脉冲，测定第 4~8 次之间的时间。由此，计算共振频率。最好时钟脉冲为下述时钟脉冲，其等于用于控制安装于墨盒上的半导体存储机构等的时钟。另外，测定至第 8 次的时间不是必须的，也可测定到任意的次数。在图 23 中，虽然测定第 4~8 次之间的时间，但是也可按照检测频率的电路结构，检测不同次数间隔内的时间。

比如，在墨的质量稳定，波峰的振幅的变动较小情况下，为了提高检测速度，也可通过检测第 4~6 次之间的时间，计算共振频率。此外，在墨的质量不稳定，脉冲的振幅的变动较大情况下，为了准确地检测残留振动，也可检测第 4~12 次之间的时间。

还有，作为另一个实施例，还可计算规定期限内的反向电动

势的电压波形的波数(图中未示出)。同样通过该方法,可计算共振频率。更具体地说,在驱动器 106 振荡之后,在规定期间,数字信号较高,计算使规定的基准电压从低电压一侧朝向高电压一侧横向切换的次数。通过计算该次数,可对墨的有无情况进行检测。

再有,对图 23(A)和图 23(B)进行比较可知道,反向电动势的波形的振幅是不同的,该场合指墨盛满于墨盒内部情况下,以及在墨盒内部没有墨情况下。于是,即使在不计算共振频率,而测定反向电动势的波形的振幅的情况下,也可检测墨盒内的墨的消耗状态。更具体地说,比如,在图 23(A)中的反向电动势的波形的顶点与图 23(B)中的反向电动势的波形的顶点之间,设定基准电压。在驱动器 106 振荡后,在规定时间,数字信号较高,反向电动势的波形横切基准电压情况下,判定没有墨。在反向电动势的波形未横切基准电压情况下,判定具有墨。

图 24 表示驱动器 106 的制造方法。多个驱动器 106(在图 24 的实例中,具有 4 个)成整体形成。通过将图 24 所示的多个驱动器的一体成形件,在相应的驱动器 106 处切断,制造图 25 所示的驱动器 106。在图 24 所示的成整体形成的多个驱动器 106 中的相应压电元件为圆形情况下,通过将一体成形件在相应的驱动器 106 处切断,便可制造图 20 所示的驱动器 106。通过整体形成多个驱动器 106,可同时高效率地制造多个驱动器 106,搬运时的操作容易进行。

驱动器 106 包括薄板或振动板 176,底板 178,弹性波发生机构或压电元件 174,端子形成部件或上部电极端子 168,以及端子形成部件或下部电极端子 170。压电元件 174 包括压电振动板或压电层 160,顶电极或上部电极 164,以及底电极或下部电

极 166。在底板 178 的顶面上，形成振动板 176，在振动板 176 的顶面，形成下部电极 166。在下部电极 166 的顶面，形成压电层 160，在压电层 160 的顶面，形成上部电极 164。

在上部电极 164 和下部电极 166 的端部，形成上部电极端子 168 和下部电极端子 170。4 个驱动器 106 分别经过切断，而单独使用。

图 25 表示压电元件为矩形的驱动器 106 的一部分的剖面图。

图 26 表示图 25 所示的驱动器 106 的整体的剖面图。在底板 178 中的与压电元件 174 相对的面，开设有开口 178a。该开口 178a 由振动板 176 盖住。振动板 176 由氧化铝或氧化锆等的具有电绝缘性，并且可产生弹性变形的材料形成。压电元件 174 按照与开口 178a 相对的方式，形成于振动板 176 上。下部电极 166 按照从开口 178a 的区域，沿一个方向，即图 26 中的左方延伸的方式，形成于振动板 176 的外面上。上部电极 164 按照从开口 178a 的区域，沿与下部电极 166 相反的方向，即图 26 中的右方延伸的方式，形成于压电层 160 的外面上。上部电极端子 168 和下部电极端子 170 分别形成于辅助电极 172 和下部电极 166 的顶面上。下部电极端子 170 与下部电极 166 电气连通，上部电极端子 168 通过辅助电极 172，与上部电极 164 导通，从而信号在压电元件与驱动器 106 的外部之间传递。上部电极端子 168 和下部电极端子 170 的高度大于对应于电极和压电层的，压电元件的高度。

图 27 表示图 24 所示的驱动器 106 的制造方法。首先，通过冲压或激光加工等方式，在新的浮板 940 中开设开口 940a。上述新的浮板 940 在烧制后，形成底板 178。该新的浮板 940

由陶瓷等材料形成。之后，在新的浮板 940 的外面，叠置新的浮板 941。该新的浮板 941 在烧制后，形成振动板 176。该新的浮板 941 由氧化锆等的材料形成。接着，在新的浮板 941 的外面，通过压膜涂敷等的方式，依次形成导电层 942，压电层 160，导电层 944。该导电层 942 最终形成下部电极 166，该导电层 944 最终形成上部电极 164。接着，对所形成的新的浮板 940，新的浮板 941，导电层 942，压电层 160 和导电层 944 进行干燥，然后进行烧制。间隔部件 947，948 从底部提高上部电极端子 168 和下部电极端子 170 的高度，使其高于压电元件。间隔部件 947，948 按照涂敷与新的浮板 940，941 相同的材料，或在新的板材 941 上叠置新的浮板的方式形成。由于从通过该间隔部件 947，948，使作为贵金属的上部电极端子 168 和下部电极端子 170 的材料减少的方面来说，可减小上部电极端子 168 和下部电极端子 170 的厚度，这样可以精确地对上部电极端子 168 和下部电极端子 170 进行涂敷，另外可形成稳定的高度。

如果在形成导电层 942 时，其与导电层 944 的连接部 944'，与间隔部件 947 和 948 同时形成，则容易形成上部电极端子 168 和下部电极端子 170，或可将它们牢固固定。最后，在导电层 942 和导电层 944 的端部区域，形成上部电极端子 168 和下部电极端子 170。在形成上部电极端子 168 和下部电极端子 170 时，上部电极端子 168 和下部电极端子 170 按照与压电层 160 电气连接的方式形成。

图 28(A)~图 28(C)表示适合采用本发明的墨盒的又一个实施例。图 28(A)为本实施例的墨盒的底部的剖面图。本实施例的墨盒在接纳墨的容器 1 的底壁上开设有开口 1c。该开口 1c 的底部通过驱动器 650 盖住。形成墨存留部。

图 28(B)表示图 28(A)所示的驱动器 650 和开口 1c 的具体结构的剖面图。图 28(C)表示图 28(B)所示的驱动器 650, 以及开口 1c 的平面图。驱动器 650 包括振动板 72, 以及安装于振动板 72 上的压电元件 73。驱动器 650 以如下方式固定在容器 1 的底面上, 该方式是压电元件 73 借助振动板 72 及底板 71 对着开口 1c。该振动板 72 可发生弹性变形, 具有耐墨性。

因压电元件 73 及振动板 72 的残留振动所产生的反向电动势的振幅及频率依照容器 1 的墨量而变化。在对着驱动器 650 的位置上形成开口 1c, 在开口 1c 内确保了最小量的墨。因而, 预先测定由开口 1c 内确保的墨所决定的驱动器 650 的振动特性, 就可确实地检测容器 1 的墨用尽。

图 29(A)~图 29(C)表示开口 1c 的另一个实施例。在图 29(A), 图 29(B)和图 29(C)中, 左侧的图分别表示在开口 1c 内部没有墨 K 的状态, 右侧的图分别表示在开口 1c 中残余有墨 K 的状态。在图 28(A)~图 28(C)的实施例中, 开口 1c 的侧面作为垂直的壁形成。在图 29(A)中, 开口 1c 中的侧面 1d 沿垂直方向倾斜, 从而该开口以朝向外侧扩大的方式打开。在图 29(B)中, 台阶部 1e 和 1f 形成于开口 1c 的侧面。位于上方的台阶部 1f 大于位于下方的台阶部 1e。在图 29(C)中, 开口 1c 具有槽 1g, 该槽沿容易将墨 K 排出的方向, 即供给口 2 的方向延伸。

如果采用图 29(A)至图 29(C)所示的开口 1c 的形状, 可减少墨存留部的墨 K 的量。因此, 由于使通过图 20(A)~图 20(C)和图 21(A)~图 21(F)所描述的 M'_{cav} 小于 M'_{max} , 这样可使墨用完时的驱动器 650 的振动特性与在容器 1 中残余有可打印的量的墨情况下有很大区别, 从而可更加确实地检测到墨的用完。

图 30 为表示驱动器的又一个实施例的透视图。该驱动器 660

在构成驱动器 660 的底板或安装板 72 中的开口 1c 的外侧, 具有衬垫 76。在驱动器 660 的外周, 形成有铆接孔 77。驱动器 660 通过铆接孔 77, 以铆接方式与容器 1 固定。

图 31(A)和图 31(B)表示驱动器的另一个实施例的透视图。在本实施例中, 驱动器 670 包括凹部形成底板 80 和压电元件 82。在凹部形成底板 80 的一个面上, 通过刻蚀等的方式, 形成有凹部 81, 在底板 80 的另一个面上安装有压电元件 82。凹部形成底板 80 中的凹部 81 的底部用作振动区域。

于是, 驱动器 670 中的振动区域由凹部 81 的外缘限定。另外, 驱动器 670 与图 20 的实施例的驱动器 106 中的, 底板 178 和振动板 176 成整体形成的结构类似。因此, 在制造墨盒时, 可减少制造工序, 降低成本。驱动器 670 采用可埋入开设于容器 1 中的开口 1c 中的尺寸。由此, 凹部 81 还可用作腔。也可与图 31(A)的实施例的驱动器 670 相同, 使图 20(A)~图 20(C)的实施例的驱动器 106 按照可埋入开口 1c 中的方式形成。

图 32 为表示作为带有驱动器 106 的组件 100 而成整体形成的结构的透视图。该组件 100 安装于墨盒的容器 1 的规定位置。该组件 100 按照下述方式构成, 该方式为: 通过检测墨液中的至少声阻抗的变化, 检测容器 1 内的液体的消耗状态。本实施例的组件 100 包括用于将驱动器 106 安装于容器 1 上的液体容器安装部 101。液体容器安装部 101 为下述结构, 在该结构中, 在平面基本呈矩形状的底座 102 上设置有圆柱部 116, 该圆柱部 116 接纳通过驱动信号而振荡的驱动器 106。由于该组件 100 按照下述方式构成, 该方式为: 当安装于墨盒上时, 组件 100 中的驱动器 106 不能够从外部接触到, 这样可防止从外部接触到驱动器 106。此外, 在圆柱部 116 的前端侧边缘顶部形成斜面, 这样在

安装到形成于墨盒中的凹部上时，容易实现嵌合。

图 33 表示图 32 所示的组件 100 的结构分解图。组件 100 包括由树脂形成的液体容器安装部 101，具有板 110 和凹部 113 的压电装置安装部 105。此外，组件 100 具有导线 104a 和 104b，驱动器 106 和膜 108。最好，板 110 由不锈钢或不锈钢合金等的难于生锈的材料形成。包含于液体容器安装部 101 中的圆柱部 116 和底座 102 的中心部按照可接纳导线 104a 和 104b 的方式，形成有开口部 114，按照可接纳驱动器 106，膜 108 和板 110 的方式，形成有凹部 113。驱动器 106 通过膜 108 与板 110 接合，板 110 和驱动器 106 固定于液体容器安装部 101 上。因此，导线 104a 和 104b，驱动器 106，膜 108 和板 110 作为整体安装于液体容器安装部 101 上。导线 104a 和 104b 分别与驱动器 106 中的上部电极和下部电极电气连接，将驱动信号传递给压电层，驱动器 106 所检测到的共振频率的信号传递给打印机等。驱动器 106 根据由导线 104a 和 104b 传递来的驱动信号，暂时进行振荡。驱动器 106 在振荡后，进行残留振动，通过该振动，产生反向电动势。此时，通过检测反向电动势的波形的振动周期，便可检测与液体容器内的液体的消耗状态相对应的共振频率。膜 108 将驱动器 106 和板 110 粘接，使驱动器 106 处于液体密封状态。最好膜 108 由聚烯烃等形成，通过热熔方式粘接。通过将驱动器 106 和板 110 与膜 108 相对粘接，局部粘接不均匀性就会降低，振动板以外的部分不会产生振动，因此，在将驱动器 106 粘接到板 110 的前后共振频率的变化很小。

板 110 为圆形，底座 102 的开口部 114 呈圆筒状。驱动器 106 和膜 108 呈矩形状。导线 104，驱动器 106，膜 108 和板 110 也可相对底座 102，是拆卸的。底座 102，导线 104，驱动

器 106, 膜 108 和板 110 相对组件 100 的中心轴对称设置。此外, 底座 102, 驱动器 106, 膜 108 和板 110 的中心基本上设置于组件 110 的中心轴上。

底座 102 的开口部 114 的面积大于驱动器 106 的振动区域的面积。在板 110 的中心处, 在与驱动器 106 的振动部面对的位置, 形成有开口 112。如图 20(A)~图 20(C)及 21(A)~图 21(F)所示, 在驱动器 106 中形成有腔 162, 该开口 112 和腔 162 共同形成墨存留部。最好板 110 的厚度小于开口 112 的直径, 以便减小残余墨的影响。最好比如, 开口 112 的深度为小于其直径的 $1/3$ 的值。开口 112 为相对组件 100 的中心轴, 基本保持对称的纯圆形。另外, 开口 112 的面积大于驱动器 106 中的腔 162 的开口面积。开口 112 的截面的外缘可为锥状, 也可为台阶状。组件 100 按照开口 112 朝向容器 1 的内侧的方式, 安装于容器 1 的侧部, 顶部或底部。如果墨消耗, 驱动器 106 的周边没有墨, 则由于驱动器 106 的共振频率变化较大, 从而可检测墨液的位置变化。

图 34 表示组件的又一个实施例的透视图。本实施例的组件 400 在液体容器安装部 401 上, 形成压电装置安装部 405。该液体容器安装部 401 在其平面基本呈方形体中的正方形的底座 402 上, 形成圆柱状的圆柱部 403。此外, 压电装置安装部 405 包括设立于圆柱部 403 上的板状部件 406 和凹部 413。驱动器 106 设置于设在板状部件 406 的侧面的凹部 413 中。此外, 板状部件 406 的前端按照规定角度, 形成倒角, 这样在安装到开设于墨盒中的孔中时, 容易实现嵌合。

图 35 表示图 34 所示的组件 400 的结构分解透视图。与图 32 所示的组件 100 相同, 组件 400 包括液体容器安装部 401

和压电装置安装部 405。液体容器安装部 401 具有底座 402 和圆柱部 403，压电装置安装部 405 包括板状部件 406 和凹部 413。驱动器 106 与板 410 嵌合，从而固定于凹部 413 中。组件 400 还包括导线 404a 和 404b，驱动器 106，以及膜 408。

按照本实施例，板 410 呈矩形形状，开设于板状部件 406 中的开口部 414 呈矩形形状。导线 404a 和 404b，驱动器 106，膜 408 和板 410 也可按照相对底座以可拆卸的方式构成。驱动器 106，膜 408 和板 410 按照相对通过开口部 414 的中心，沿与开口部 414 的平面相垂直的方向延伸的中心轴保持对称的方式设置。此外，驱动器 106，膜 408 和板 410 的中心基本上设置于开口部 414 中的中心轴上。

开设于板 410 的中心处的开口 412 的面积大于驱动器 106 中的腔 162 的开口面积。驱动器 106 中的腔 162 和开口 412 共同形成墨存留部。板 410 的厚度小于开口 412 的直径，最好该厚度为小于比如，开口 412 的直径的 $1/3$ 的值。开口 412 呈相对组件 400 的中心轴基本保持对称的纯圆形。开口 412 的截面的外缘可为锥状，也可为台阶状。组件 400 可按照开口 412 设置于容器 1 的内部的方式，安装于容器 1 的底部。由于驱动器 106 按照沿垂直的方向延伸的方式设置于容器 1 的内部，这样通过改变底座 402 的高度，使驱动器 106 设置于容器 1 内部的高度发生改变，这样很容易改变墨用完的时刻。

图 36 表示组件的还一个实施例。与图 32 所示的组件 100 相同，图 36 中的组件 500 包括具有底座 502 和圆柱部 503 的液体容器安装部 501。另外，组件 500 还包括导线 504a 和 504b，驱动器 106，膜 508 和板 510。包含于液体容器安装部 501 中的底座 502 的中心部按照可接纳导线 504a 和 504b 的方式，形成

有开口部 514, 按照可接纳驱动器 106, 膜 508 和板 510 的方式, 形成有凹部 513。驱动器 106 通过板 510, 固定于压电装置安装部 505 上。于是, 导线 504a 和 504b, 驱动器 106, 膜 508 和板 510 作为整体安装于液体容器安装部 501 上。本实施例的组件 500 在其平面基本呈方形的正方形的底座上, 形成其顶部沿垂直方向倾斜的圆柱部 503。驱动器 106 设置于沿垂直方向倾斜设置于该圆柱部 503 的顶面上的凹部 513 中。

组件 500 的前端倾斜, 在该倾斜面上, 安装有驱动器 106。于是, 如果将组件 500 安装于容器 1 的底部或侧部, 则驱动器 106 相对容器 1 的垂直方向倾斜。最好组件 500 的前端的倾斜角度针对检测的性能, 在 30° 至 60° 的范围内。

组件 500 按照驱动器 106 设置于容器 1 的内部的方式, 安装于容器 1 的底部或侧部。在组件 500 安装于容器 1 的侧部情况下, 驱动器 106 按照倾斜, 同时朝向容器 1 的顶侧, 底侧或横侧的方式, 安装于容器 1 上。在组件 500 安装于容器 1 的底部情况下, 最好驱动器 106 按照倾斜, 同时朝向容器 1 的墨供给口一侧的方式, 安装于容器 1 中。

图 37 为图 32 所示的组件 100 安装于容器 1 上时的墨容器的底部附近的剖面图。组件 100 按照穿过容器 1 的侧壁的方式安装。在容器 1 的侧壁与组件 100 之间的接合面上, 设置有 O 形环 365, 从而确保组件 100 与容器 1 之间实现密封。最好, 组件 100 按照通过 O 形环可实现密封的方式, 包括在图 32 中所描述的圆柱部。通过将组件 100 的前端插入容器 1 的内部, 这样借助板 110 中的开口 112, 容器 1 内部的墨与驱动器 106 相接触。由于在驱动器 106 的振动部的周围, 因液体或气体的作用, 驱动器 106 中的残留振动的共振频率是不同的, 这样可采用组件

100, 检测墨的消耗状态。另外, 不限于组件 100, 还可在容器 1 上安装图 34 所示的组件 400, 图 36 所示的组件 500, 或图 38 所示的组件 700A 和 700B, 以及成型结构件 600, 来检测墨的有无情况。

图 38(A)示出模块体 100 另一实施例。图 38(A)的模块体 750A 具有驱动器 106 和液体容器基座 360。模块体 750A 以其前面与容器 1 侧壁的内表面为同一面地安装在容器 1 上。驱动器 106 包括压电层 160, 上部电极 164, 下部电极 166, 及振动板 176。下部电极 166 形成在振动板 176 的上面。下部电极 166 的上面形成压电层 160, 在压电层 160 的上面形成上部电极 164。因而, 压电层 160 是被上部电极 164 及下部电极 166 从上下夹着。压电层 160, 上部电极 164 和下部电极 166 形成压电元件。压电元件形成在振动板 176 上。压电元件及振动板 176 的振动区是驱动器实际振动的振动部。在容器 1 的侧壁上设开口 385。因此, 墨通过容器 1 上的开口 385 与振动板 176 接触。

下面, 说明图 38(A)所示的模块体 750A 的动作。上部电极 164 及下部电极 166 将驱动信号传递给压电层 160, 将压电层 160 检测到的共振频率信号传递给打印装置。压电层 160 根据上部电极 164 及下部电极 166 传递的驱动信号而发振, 产生残留振动。因该残留振动, 压电层 160 产生反向电动势。计算反向电动势波形的振动周期, 通过检测此时的共振周期就能检测出有无墨。因模块体 750A 是以如下方式安装在容器 1 上, 该方式是驱动器 106 以与驱动器 106 的振动部的压电元件侧相反的面, 也就是说, 在图 38(A)中, 只是振动板 176 与墨容器 1 内的墨接触, 所以图 38(A)的模块体 750A 是不需要图 32 至图 36 所示的导线 104a, 104b, 404a, 404b, 504a, 504b 埋入电极模块体 100

内。因此，成形过程较为简单，而且，模块体 750A 的更换，回收成为可能。由于驱动器 106 受到基座 360 的保护，避免了驱动器 106 与外部接触。

图 38(B) 示出模块体 100 的另一个实施例。图 38(B) 的模块体 750B 具有驱动器 106 和基座 360。模块体 750B 以其前面与容器 1 侧壁的内表面为同一面地安装在容器 1 上。驱动器 106 包括压电层 160，上部电极 164，下部电极 166，及振动板 176。下部电极 166 形成在振动板 176 的上面。下部电极 166 的上面形成压电层 160，在压电层 160 的上面形成上部电极 164。因而，压电层 160 是被上部电极 164 及下部电极 166 从上下夹着。压电层 160，上部电极 164 和下部电极 166 形成压电元件。压电元件形成在振动板 176 上。压电元件及振动板 176 的振动区是驱动器实际振动的振动部。在容器 1 的侧壁上设薄壁部 380。模块体 750B 是以如下方式安装在容器 1 上，该方式是驱动器 106 以与驱动器 106 的振动部的压电元件侧相反的面，也就是说，在图 38(B) 中，只是振动板 176 与墨容器 1 的薄壁部 380 接触。因此，驱动器 106 与薄壁部 380 一起进行残留振动。

下面，说明图 38(B) 所示的模块体 750B 的动作。上部电极 164 及下部电极 166 将驱动信号传递给压电层 160，将压电层 160 检测到的共振频率信号传递给打印装置。压电层 160 根据上部电极 164 及下部电极 166 传递的驱动信号而发振，在共振周期进行振动。因振动板 176 与容器 1 的薄壁部 380 接触，所以驱动器 106 的振动部与薄壁部 380 一起进行残留振动。由于薄壁部 380 的容器 1 的内表面侧与墨接触，因此，驱动器 106 与薄壁部 380 一起进行残振动时，该残留振动的共振频率及振幅随墨残余量变化。因该残留振动，压电层 160 产生反向电动势。计

算反向电动势波形的振动周期，通过检测此时的共振周期就能检测出墨残量。

图 38(B) 的模块体 750B 是不需要如图 32 至图 36 所示那样将电极导线 104a, 104b, 404a, 404b, 504a, 504b 埋入模块体 100 内。因此，成形过程较为简单，而且，模块体 750A 的更换，回收成为可能。由于驱动器 106 受到基座 360 的保护，避免了驱动器 106 与外部接触。

图 39 为组件 700B 安装于容器 1 上时的墨容器的剖面图。在本实施例中，作为安装结构件的一个实例，采用组件 700B。该组件 700B 按照液体容器安装部 360 朝向容器 1 的内部突出的方式，安装于容器 1 上。在安装板 350 中，开设有开口 370，开口 370 与驱动器 106 中的振动部处于同一面上。另外，在组件 700B 的底壁中，开设有孔 382，形成有压电装置安装部 363。驱动器 106 按照将其中的一个孔 382 盖住的方式设置。因此，墨通过压电装置安装部 363 中的孔 382 和安装板 350 中的开口 370，与振动板 176 相接触。压电装置安装部 363 中的孔 382 和安装板 350 中的开口 370 共同形成墨存留部。压电装置安装部 363 和驱动器 106 通过安装板 350 和膜部件固定。在液体容器安装部 360 和容器 1 之间的连接部上，设置有密封结构 372。该密封结构 372 可由合成树脂等的塑性材料形成，也可由 O 形环形成。图 39(A) 中的组件 700B 与容器 1 是各自独立的，但是如图 39(B) 所示，也可通过容器 1 的局部，形成组件 700B 的压电装置安装部。

图 39(A) 的模块体 700B 无需将图 32 至图 36 所示的导线埋入到组件中，于是，使成形步骤简化，此外，要更换组件 700B，从而，可进行再循环。

在墨盒晃动时，墨附着于容器 1 的顶面或侧面上，由于悬挂于容器 1 的顶面或侧面上的墨与驱动器 106 相接触，从而驱动器 106 可能产生误动作。但是，由于组件 700B 中的液体容器安装部 360 在容器 1 的内部突出，这样因悬挂于容器 1 的顶面或侧面上的墨的作用，驱动器 106 不会产生误动作。

此外，在图 39(A)的实施例中，仅仅振动板 176 和安装板 350 的局部按照与容器 1 内部的墨相接触的方式，安装于容器 1 上。在图 39(A)的实施例中，无需将图 32 至图 36 所示的导线 104a, 104b, 404a, 404b, 504a, 504b 埋入电极的组件中。于是，使成形步骤简化。此外，可更换组件 106，从而可进行再循环。

图 39(B)为将驱动器 106 安装于容器 1 上时的墨容器的剖面图。在图 39(B)的实施例的墨盒中，防护部件 361 按照独立于驱动器 106 的方式，安装于容器 1 上。于是，防护部件 361 和驱动器 106 作为组件而整体形成，但是防护部件 361 可按照使用者的手无法接触到驱动器 106 的方式提供保护。设置于驱动器 106 的前面的孔 380 开设于容器 1 的侧壁上。驱动器 106 包括压电层 106，上部电极 164，下部电极 166，振动板 176 和安装板 350。在安装板 350 的上面，形成振动板 176，在振动板 176 的上面，形成下部电极 166。在下部电极 166 的顶面，形成压电层 160，在压电层 160 的顶面，形成上部电极 164。于是，压电层 160 的主要部分按照下述方式形成，该方式为：其由上部电极 164 的主要部分和下部电极 166 的主要部分，沿上下夹持住。压电元件由作为压电层 160，上部电极 164 和下部电极 166 中的相应主要部分的圆形部分形成。压电元件形成于振动板 176 上。压电元件和振动板 176 的振动区域为驱动器实际上产生振动的振动部。在安装板 350 上，开设有开口 370。另外，在容器 1 的侧

壁中，开设有孔 380。于是，墨通过容器 1 中的孔 380 和安装板 350 中的开口 370，与振动板 176 相接触。容器 1 中的孔 380 和安装板 350 中的开口 370 共同形成墨存留部。此外，由于驱动器 106 由防护部件 361 防护起来，这样可避免从外部接触到驱动器 106。另外，也可采用图 20 中的底板 178，来代替图 39(A) 和 39(B) 的实施例中的安装板 350。

图 39(C) 表示包括具有驱动器 106 的成型结构件 600 的实施例。在本实施例中，作为安装结构件的一个实例，采用成型结构件 600。该成型结构件 600 包括驱动器 106 和成型部 364。该驱动器 106 与成型部 364 成整体形成。成型部 364 由硅树脂等的塑性材料形成。成型部 364 的内部具有导线 362。成型部 364 按照具有从驱动器 106 延伸的两根脚的方式形成。为了将成型部 364 与容器 1 以液体密封的方式固定，成型部 364 中的两根脚的端部呈半球状。该成型部 364 按照驱动器 106 在容器 1 的内部突出的方式，安装于容器 1 上，驱动器 106 中的振动部与容器 1 内的墨相接触。该成型部 364 避免驱动器 106 中的上部电极 164，压电层 160 和下部电极 166 受到墨的影响。

由于图 39 中的成型结构件 600 在成型部 364 与容器 1 之间，不必形成密封结构 372，这样墨难于从容器 1 中泄漏。还有，由于采用成型结构件 600 不相对容器 1 的外部突出的形式，这样可避免从外部接触到驱动器 106。在墨盒晃动时，墨附着于容器 1 的顶部或侧面，悬挂于容器 1 的顶部或侧面上的墨与驱动器 106 相接触，这样驱动器 106 可能会产生误动作。由于成型结构件 600 中的成型部 364 在容器 1 的内部突出，这样在悬挂于容器 1 的顶面或侧面上的墨的作用下，驱动器 106 不会产生误动作。

图 40 表示采用图 20 所示的驱动器 106 的墨盒和喷墨打印机的实施例。多个墨盒 180 安装于喷墨打印机中，该喷墨打印机具有与相应的墨盒 180 相对应的多个墨导入部 182 和保持架 184。多个墨盒 180 接纳分别不同种类的，比如不同颜色的墨。在多个墨盒 180 的底面，安装有至少作为声阻抗检测机构的驱动器 106。通过将驱动器 106 安装于墨盒 180 中，便可检测墨盒 180 内部的墨的残余量。

图 41 表示喷墨打印机中的打印头部周边的具体结构。该喷墨打印机包括墨导入部 182，保持架 184，打印头板 186 和喷嘴板 188。在喷嘴板 188 中，形成有多个喷射墨的喷嘴 190。墨导入部 182 包括空气供给口 181 和墨导入口 183。空气供给口 181 向墨盒 180 供给空气。墨导入口 183 从墨盒 180，送入墨。墨盒 180 包括空气导入口 185 和墨供给口 187。空气导入口 185 从墨导入部 182 中的空气供给口 181，送入空气。墨供给口 187 向墨导入部 182 中的墨导入口 183 供给墨。由于墨盒 180 从墨导入部 182 送入空气，这样便促使墨从墨盒 180，供给到墨导入部 182。保持架 184 使从墨盒 180 经导入部 182 供给的墨连接打印头板 186。

图 42 表示图 41 所示的墨盒 180 的又一个实施例。在图 42(A) 的墨盒 180A 中，驱动器 106 按照沿垂直方向倾斜的方式形成于底面 194a 上。在墨盒 180 中的容器 194 的内部，容器 194 中的距内部底面的规定高度的，与驱动器 106 面对的位置上，设置有防波壁 192。由于驱动器 106 相对容器 194 的垂直方向倾斜地设置，使墨的清扫性良好。

在驱动器 106 与防波壁 192 之间，形成充满墨的间隙。另外，防波壁 192 与驱动器 106 之间的间隙按照不会因毛细管力

的作用而保持墨的方式间隔开。当墨容器 194 受到横向晃动时，在墨容器 194 的内部，墨产生波动，由于该冲击，气体或气泡为驱动器 106 检测到，驱动器 106 可能会产生误动作。通过设置防波壁 192，便可防止驱动器 106 附近处的墨产生波动，可防止驱动器 106 的误动作。

图 42 中的墨盒 180B 中的驱动器 106 安装在墨容器 194 的供给口的侧壁上。如果驱动器可安装在墨供给口 187 附近，则驱动器 106 也可安装于墨容器 194 的侧壁或底面上。另外，最好驱动器 106 安装于墨容器 194 中的宽度方向的中心处。由于墨通过墨供给口 187 而供向外部，这样通过将驱动器 106 设置于墨供给口 187 的附近，确实直到接近墨用完的时刻，使墨与驱动器 106 相接触。于是，驱动器 106 可确实检测接近墨用完的时刻。

此外，通过将驱动器 106 设置于墨供给口 187 的附近，在墨容器安装于滑架上的墨盒保持架上时，确实使驱动器 106 定位于滑架上的接点处。其理由是，墨容器与滑架之间的连接中的最重要的是墨供给口与供给针之间的确实连接。这是因为：如果稍有偏差，则会损伤供给针的前端，或破坏 O 形环等的密封结构，产生漏墨情况。为了防止这样的问题，通常，喷墨打印机具有下述特殊的结构，该结构在将墨容器安装于滑架上时，可使墨容器对应于正确的位置。由此，通过将驱动器设置于供给口附近，则可使驱动器 106 确实地实现对位。再有，通过将驱动器 106 安装于墨容器 194 中的宽度方向的中心，可更加确实地使其实现对位。这是因为：在安装墨水容器到保持架上时，在该墨容器以宽度方向的中心线作为中心轴线而晃动情况下，该墨容器的晃动是极其微小的。

图 43 表示墨盒 180 的再一个实施例。图 43(A)为墨盒 180C 的剖面图，图 43(B)为将图 43(A)所示的墨盒 180C 的侧壁 194b 放大的剖面图，图 43(C)为从其正面看到的透视图。墨盒 180C 在同一电路主板 610 上，形成有半导体存储机构 7 和驱动器 106。如图 43(A)所示，防波壁 1192x 按照与驱动器 106 相对的方式，设置于容器 194 的内部。如图 43(B)、(C)所示，半导体存储机构 7 形成于电路主板 610 的上方，驱动器 106 形成于同一电路主板 610 中的，半导体存储机构 7 的下方。异型的 O 形环 614 按照将驱动器 106 的周围包围的方式，装设于侧壁 194b 上。在侧壁 194b 上形成有多个铆接部 616，该铆接部 616 用于将电路主板 610 与墨的容器 194 连接。通过对铆接部 616 进行铆接，将电路主板 610 与墨的容器 194 连接，将异型的 O 形环 614 压靠于电路主板 610 上，则可使驱动器 106 中的振动区域与墨相接触，同时可使墨盒的外部 and 内部保持在密封状态。

在半导体存储机构 7 和半导体存储机构 7 附近处，形成有端子 612。该端子 612 使信号在半导体存储机构 7 与喷墨打印机等的外部之间进行传递。半导体存储机构 7 也可由比如，EEPROM 等的可改写的半导体存储器构成。由于半导体存储机构 7 与驱动器 106 形成于同一电路主板 610 上，这样在将驱动器 106 和半导体存储机构 7 安装于墨盒 180C 上时，通过一个安装步骤便完成。另外，使墨盒 180C 的制造时和再循环时的作业步骤简化。还有，由于部件的数量减少，这样可降低墨盒 180C 的制造成本。

驱动器 106 检测容器 194 内的墨的消耗状态。半导体存储机构 7 存储驱动器 106 所检测到的墨残余量等的墨的信息。即，半导体存储机构 7 存储下述信息，该信息与进行检测时所采用的墨和墨盒的特性等的特性参数有关。半导体存储机构 7 预先将容

器 194 内的墨盛满时的, 即墨充满于容器 194 时的, 或墨用完时的, 即容器 194 内的墨消耗完时的共振频率作为特性参数的一个进行存储。容器 194 内的墨处于盛满或用完状态的共振频率也可在容器初次安装于喷墨打印机上进行存储。此外, 容器 194 内的墨处于盛满或用完状态的共振频率还可在容器 194 的制造过程中进行存储。由于通过预先将容器 194 内的墨处于盛满或用完时的共振频率存储于半导体存储机构 7 中, 在喷墨打印机一侧读取共振频率的数据, 可对检测墨残余量进行检测时的误差进行修正, 这样可正确地检测到墨残余量减少到基准值的情况。

图 44 示出墨盒 180 的另一实施例。图 44(A)所示的墨盒 180D 在墨容器 194 的侧壁 194b 上安装着多个驱动器 106。最好如图 24 所示的、一体成形的多个驱动器 106 作为这些驱动器 106。多个驱动器 106 上下间隔在配置在侧壁 194b 上。由于将多个驱动器 106 上下间隔地配置在侧壁 194b 上, 因此可阶段性地检测墨残量。

图 44(B)所示的墨盒 180E 中, 驱动器 606 安装于墨容器 194 中的侧壁 194b 上。通过沿垂直方向较长的驱动器 606, 可连续地检测墨容器 194 内部的墨的残余量变化。最好该驱动器 606 的长度大于侧壁 194b 的高度的一半。在图 43(B)中, 驱动器 606 具有基本上从侧壁 194b 的顶端附近延伸至其底端附近的长度。

在图 44(C)所示的墨盒 180F 中, 与图 44(A)所示的墨盒 180D 的一样, 多个驱动器 106 安装于墨容器 194 中的侧壁 194b 上, 在多个驱动器 106 的相对面上按规定间隔设置有防波壁 192。最好把如图 24 所示的、一体成形的多个驱动器用作为这些驱动器 106。在驱动器 106 与防波壁 192 之间, 形成有墨充满的间隙。此外, 防波壁 192 与驱动器 106 之间的间隙, 按照不会因毛细

管力而保持墨的方式间隔开。当墨容器 194 横向晃动时, 由于该横向晃动, 在墨容器 194 的内部产生墨的波动, 由于该冲击, 气体或气泡为驱动器 106 所检测到, 驱动器 106 可能会产生误动作。如本发明所示, 通过设置防波壁 192, 可防止驱动器 106 附近处的墨产生波动, 可防止驱动器 106 产生误动作。再有, 防波壁 192 可阻止因晃动墨产生的气泡侵入驱动器 106 的情况。

图 45 表示墨盒 180 的又一个实施例。图 45(A)中的墨盒 180G 具有从墨容器 194 上面 194C 延伸到下面的多个隔壁 212。由于相应的隔壁 212 的底端与墨容器 194 的底面之间按照规定的间距间隔开, 这样墨容器 194 的底部是连通的。墨盒 180G 包括由多个隔壁 212 分别分隔成的多个接纳室 213。该多个接纳室 213 的底部相互是连通的。在多个接纳室 213 中的每个中, 驱动器 106 安装于墨容器 194 的上面 194C 上。最好把如图 24 所示的、一体成形的多个驱动器用作为这些驱动器 106。驱动器 106 基本上设置于容器 194 中的接纳室 213 的顶面 194C 的中间部。接纳室 213 的容积在墨供给口 187 一侧为最大, 随着从墨供给口 187 朝向墨盒 180G 的里侧的不断远离, 接纳室 213 的容积逐渐减小。每个驱动器间的空间在供墨口 187 处是最宽的, 由于从供墨口 187 至墨盒 180G 内部的距离增加, 该空间变窄。由于墨从墨供给口 187 排出, 空气从空气导入口 185 进入, 这样墨从墨供给口 187 一侧的接纳室 213, 朝向墨盒 180G 里侧的接纳室 213, 实现消耗。比如, 在最靠近墨供给口 187 的接纳室 213 中的墨消耗, 最靠近接纳室 213 中的墨的液位下降期间, 在其它的接纳室 213 中, 墨是盛满的。如果最靠近墨供给口 187 的接纳室 213 中的墨消耗完, 空气侵入从墨供给口 187 开始计的第 2 个接纳室 213, 该第 2 个接纳室 213 内的墨开始消耗, 该

第 2 个接纳室 213 中的墨的液位开始下降。此刻，在从墨供给口 187 开始计的第 3 个或以后的接纳室 213 中，墨是盛满的。按照上述方式，墨依次在从靠近墨供给口 187 的接纳室 213，到较远的接纳室 213 中进行消耗。

这样，由于把驱动器 106 按间隔配置在各个容纳室 213 上，在墨容器 194 的上面 194C 上，驱动器 106 能够阶段性检测墨量的减少。此外，由于容纳室 213 的容量从供墨口 187 向容纳室深处慢慢地变小，因此，驱动器 106 检测墨量减少的时间间隔也慢慢变短，在接近墨用尽程度检测频率增高。

图 45(B)的墨盒 180H 具有一个隔壁 212，该隔壁 212 从墨容器 194 的上面 194c 延伸到下方。由于隔壁 212 的下端和墨容器 194 的底面相隔一预定空间，因此墨容器 194 的底部连通。墨盒 180H 具有由隔壁 212 分隔的 2 个容纳室 213a 和 213b。容纳室 213a 和 213b 的底部彼此连通。供墨口 187 侧的容纳室 213a 的容量比从供墨口 187 看位于内侧的容纳室 213b 的容量大。最好，容纳室 213b 的容量比容纳室 213a 的容量的一半小。

容纳室 213b 的上面 194c 装着驱动器 106。此外，在容纳室 213b 内形成槽式缓冲区 214，该缓冲区 214 收集墨盒 180H 制造时进入的气泡。在图 45(B)中，缓冲区 214 是一条从墨容器 194 的侧壁 194b 向上方延伸的槽。由于缓冲区 214 收集侵入墨容纳室 213b 的气泡，因此，能够防止因气泡造成的驱动器 106 检测墨用尽的误动作。由于把驱动器 106 设置在容纳室 213b 的上面 194c 上，因此，相对于从检测出墨接近用完之后，至墨完全用尽状态的墨量，采用由计点器控制的与容纳室 213a 内的墨消耗状态对应的修正，就能将墨消耗至最后。而且，以改变隔壁 212 的长度或间隔等的方式调节容纳室 213b 的容量，就能够改变检

测出墨接近用完后的可继续消耗的墨量。

图 45(C)示出在图 45(B)的墨盒 180H 的容纳室 213b 内填充多孔质材料 216 的结构。多孔质材料 216 从容纳室 213 内的上面至下面的整个空间内完全充满。多孔质材料 216 与驱动器 106 接触。当墨容器翻倒时, 其在滑架上的往复运动中, 空气将进入墨容纳室 213b 中, 这有可能引起驱动器 106 的误动作。但是, 如果具备了多孔质材料 216, 由其吸纳空气, 从而防止了空气流入驱动器 106 中。因多孔质材料 216 保持墨, 所以能够防止因摇动墨容器, 墨粘在了驱动器 106 上, 造成驱动器 106 误将无墨检测为有墨。最好多孔质材料 216 设置在容量最小的容纳室 213 内。另外, 通过把驱动器 216 设置在容纳室 213b 的上面 194c, 就可以对从检测出墨接近用完至墨完全用尽状态的墨量进行修正(补正), 将墨消耗至最后。此外, 以改变隔壁 212 的长度或间隔等的方式调节容纳室 213b 的容量, 就能够改变检测出墨接近用完后的可继续消耗的墨量。

图 45(D)示出墨盒 180J, 墨盒内的多孔质材料 216 是由孔径不同的两种多孔质材料 216a 及 216b 构成。多孔质材料 216a 配置在多孔质材料 216b 上方。上侧多孔质材料 216a 的孔径大于下侧多孔质材料 216b 的孔径。或者, 多孔质材料 216a 采用亲液性比多孔质材料 216b 低的材料形成。孔径小的多孔质材料 216a 的毛细管力比孔径大的多孔质材料 216a 的大, 因此, 容纳室 213b 内的墨汇集在下侧的多孔质材料 216b 内并由其保持。因而, 不会出现空气到达驱动器 106 初次检测出无墨, 而墨再次到达驱动器 106 又检测出有墨的现象。因墨被吸收在远离驱动器 106 侧的多孔质材料 216b, 所以, 驱动器 106 附近的墨的流动性较好, 检测有无墨的声阻抗变化的变化量较大。因把驱动器

106 设在容纳室 213b 的上面 194c, 就可以对从检测出墨接近用完至墨完全用尽状态的墨量进行修正(补正), 将墨消耗至最后。此外, 以改变隔壁 212 的长度或间隔等的方式调节容纳室 213b 的容量, 就能够改变检测出墨接近用完后的可继续消耗的墨量。

图 46 示出墨盒 180K 的断面图, 该墨盒是图 45(C)所示的墨盒 180I 的另一实施例。图 46 所示的墨盒 180K 的多孔质材料 216 是按下述方式设计的, 即多孔质材料 216 的下部水平方向的断面积朝着墨容器 194 的底面方向被慢慢压缩变小, 孔径也变小。图 46(A)的墨盒 180K 的侧壁设置了肋条, 以便于将多孔质材料 216 的孔径压缩变小。因多孔质材料 216 下部受压, 孔径变小, 所以墨汇集在多孔质材料 216 下部并保留着。由远离驱动器 106 侧的多孔质材料 216 下部吸收墨, 驱动器 106 附近的墨流动性较好, 检测墨有无的声阻抗的变化的变化量增大。因而, 虽然墨波动, 其会粘到装于墨盒 180K 上面的驱动器 106 上, 但能防止驱动器 106 误将无墨检测成有墨。

另一方面, 图 46(B)及图 46(C)的墨盒 180L, 因为多孔质材料 216 下部被压缩, 其下部水平方向的断面积在墨容器 194 的宽度方向上向着墨容器 194 的底面慢慢变小, 容纳室水平方向的断面积慢慢地朝着墨容器 194 的底面方向慢慢变小。因多孔质材料 216 下部受压, 孔径变小, 所以墨汇集在多孔质材料 216 下部并保留着。由远离驱动器 106 侧的多孔质材料 216 下部吸收墨, 驱动器 106 附近的墨流动性较好, 检测墨有无的声阻抗的变化的变化量增大。因而, 虽然墨波动, 其会粘到装于墨盒 180K 上面的驱动器 106 上, 但能防止驱动器 106 误将无墨检测成有墨。

图 47 示出使用驱动器 106 的墨盒的另一实施例。图 47(A)

的墨盒 220A 具有第一隔壁 222, 该隔壁 222 从墨盒 220A 下面向下方延伸。在第一隔壁 222 的下端和墨盒 220A 的底面之间保留一个间隔空间, 墨通过墨盒 220A 的底面流入供墨口 230。在供墨口 230 侧靠近第一隔壁 222 处, 形成了第二隔壁 224, 该隔壁 224 从墨盒 220A 的底面向上方延伸。在第二隔壁 224 上端和墨盒 220A 之间分隔出一个空间, 墨通过墨盒 220A 上面流向供墨口 230。

从供墨口 230 处看, 由第一隔壁 222 在第一隔壁 222 的里侧形成第一容纳室 225a。仍从供墨口 230 处看, 由第二隔壁 224 于第二隔壁 224 的外侧形成第二容纳室 225b。第一容纳室 225a 的容量比第二容纳室 225b 的容量大。在第一隔壁 222 及第二隔壁 224 之间设置了只起毛细管作用的间隔, 而形成了毛细管路 227。因而, 第一容纳室 225a 的墨在毛细管路 227 的毛细管力作用下, 汇集于毛细管路 227 内。因此, 能够防止气体和气泡混入第二容纳室 225b 内。另外, 第二容纳室 225b 内的水位稳定地慢慢下降。从供墨口 230 看, 由于第一容纳室 225a 位于第二容纳室 225b 的里侧, 因此, 在第一容纳室 225a 的墨消耗掉后, 消耗第二容纳室 225b 内的墨。

驱动器 106 安装在墨盒 220A 的供墨口 230 侧的侧壁上, 即第二容纳室 225b 的供墨口 230 侧的侧壁上。驱动器 106 检测第二容纳室 225b 内的墨消耗状态。由于把驱动器 106 装在第二容纳室 225b 的侧壁上, 能够稳定地检测墨接近用完时的墨残量。此外, 通过改变驱动器 106 在第二容纳室 225b 上的安装高度, 就能够自由地设定任意时间点上的墨残量至墨用尽的过程。因由毛细管路 227 从第一容纳室 225a 向第二容纳室 225b 供给墨, 驱动器 106 不受墨盒 220A 横摇而造成墨横摇的影响, 驱动器

106 仍可正确地测定墨残量。而且，由于毛细管路 227 保持墨，因此，防止了墨从第二容纳室 225b 逆流到第一容纳室 225a 内。

墨盒 220A 的上面设置逆止阀 228。因该逆止阀 228 的作用，可防止墨盒 220A 横摇时墨泄出到墨盒 220A 外部。因把逆止阀 228 设置在墨盒 220A 的上面，就能够防止墨从墨盒 220A 中蒸发掉。随着墨盒 220A 内的墨消耗，墨盒 220A 内的负压超过逆止阀 228 的压力时，逆止阀 228 打开，空气被吸入墨盒 220A，之后关闭，将墨盒 220A 内的压力保持一定。

图 47(C)及图 47(D)示出逆止阀 228 的详细断面。图 47(C)的逆止阀 228 具有阀 232，该阀 232 具有橡胶制的阀圈 232a。在墨盒 220 上对着阀圈 232a 设置了与墨盒 220 外部相通的气孔 233。气孔 233 由阀圈 232a 开关。逆止阀 228 当墨盒 220 内的墨减少，墨盒 220 内的负压超过逆止阀 228 的压力时，其阀圈 232a 向墨盒 220 内侧张开，外部空气流入墨盒 220 内。图 47(D)的逆止阀 228 具有橡胶制的阀圈 232 和弹簧 235。当墨盒 220 内的负压超过逆止阀 228 的压力时，逆止阀 228 的阀圈 232 受弹簧作用而打开，外部空气被吸入墨盒 220 内，之后关闭，将墨盒 220 内压力保持一定。

图 47(B)的墨盒 220B 是在第一容纳室 225a 内配置多孔质材料 242 替代在图 47 的墨盒 220A 上设置的逆止阀。多孔质材料 242 保持墨盒 220B 内的墨，同时，防止墨盒 220B 横摇时墨流向墨盒 220B 外部。

以上，关于装在滑架上的、与滑架分体的墨盒，在墨盒或滑架上安装驱动器 106 上的情况进行了描述，但也可以把驱动器 106 安装在与滑架一体的、并与滑架一起安装在喷墨打印机上的墨箱上。此外，也可将驱动器 106 安装在如下的墨箱上，该墨箱

是与滑架分体，通过管子向滑架供墨的密封滑架式墨箱。更进一步地，可以将本发明的驱动器安装在与打印头和墨容器制成一体且可替换的墨盒上。

上面，说明了本实施例的带墨消耗检测功能的各种墨盒。在这些墨盒中，是利用压电元件来检测墨的消耗。这些构成中，揭示了带空腔的液体检测用装置，即驱动器。典型构成如图 20 所示。在其它实施例中，揭示了压电装置和安装结构体为一体的安装模块。代表例如图 32 所示。如前所述，因使用安装模块体，保护了压电装置。而因使用了安装模块体，使压电装置的安装更为容易。在本实施例中，特别揭示了带空腔的安装模块体。在这些墨盒中，利用压电装置检测墨消耗。在这些构成中，揭示了带空腔的墨盒。该实施例典型的构成如图 28 所示。通过设置开口空腔可得以下的优点。这些类型的液体检测用装置具有以下的特点。

(1)再参照图 20，驱动器 106 具有作为基材的底板 178。在底板 178 上形成压电元件 160, 164, 166。底板 178 的空腔 162 设置在与压电元件相对的位置上。通过空腔 162，在压电元件和容器内部之间传递振动。关于其它实施例，图 32 示出组装好的安装模块体 100。图 33 示出分解状态的安装模块体 100。驱动器 106(压电装置)和安装结构体为一体构造。安装模块体 100 安装在墨盒上。在为安装结构体局部的板 110 上设置开口 112。开口 112 相当于本发明的开口空腔(以下适当时开口将开口称为开口空腔)。开口 112 与驱动器 106 相对，且配置在从驱动器 106 向着墨内部的位置上。通过空腔 112 在压电装置和容器内部间传递振动。墨消耗时，液面下降，露出开口 112。此时，在开口 112 内残余一定量的墨，并被保持住。此外，图 28 所示的另外

的实施例中，墨盒容器 1 具有底面 1a。在底面 1a 下侧上装着作为压电装置的驱动器 650。容器 1 在与驱动器 650 的压电元件 73 相对的位置上具有开口 1c(以下称为空腔)。即，空腔 1c 形成在从压电元件 73 向着容器内部的位置上，并与容器内部连通。通过空腔在压电元件和容器内部间传递振动。当墨消耗时，液面下降，空腔 162 露出。此时，空腔 162 内残余一定墨，并被保持住。墨保持量由空腔 162 的形状和设置角度及墨的粘度决定。与该一定量墨相对应的声阻抗可以通过测定预先求得。根据是否检测到这样的声阻抗，就可确实地掌握墨消耗。

如前所述，在检测墨消耗时，可利用压电元件的残留振动状态。压电元件在振动后进入残留振动状态。残留振动状态，特别是其共振频率对应声阻抗的变化及墨消耗状态。根据是否检测到空腔 162 保持少量墨时的残留振动状态，就可确实地检测出墨消耗。另外，根据是否检测到空腔 112 保持少量墨时的残留振动状态，就可确实地检测出墨消耗。根据本实施例，如前所述，因设置了空腔，能够避免出现因墨波浪引起的误检测。从开始就附着墨，不存在波浪造成墨附着，因此检测结果不易受墨影响。

在本实施例中，因设置了空腔 162，压电元件和墨距离缩短。具体地，压电元件 174 和墨水间的振动板 176 比底板 178 薄得多。主要对压电元件的残留振动造成影响的只是元件附近的少量墨。这些少量墨因设置了空腔 162 而存在于压电元件附近，并与振动板接触。这样，随墨消耗而引起的残留振动的变化非常显著，因此能可靠地检测墨消耗。

因设置空腔，驱动器 106 和墨的距离变狭。不借助板 110 就可在驱动器 106 和墨间传递振动。在此，主要影响压电装置的残留振动的因素，是存在于压电元件附件的少量墨因设置了空腔

162 而存在于压电元件附近，并与振动板接触。这样，随墨消耗而引起的残留振动的变化非常显著，因此能可靠地检测墨消耗。

空腔可以不穿通板 110。此时，由板 110 的凹部构成空腔。

此外，在本实施例中，局部设置空腔，由周围的部件来确保墨的密封性。因此能够有效地保护驱动器 106，特别是其压电元件免受导电墨的影响。

因设置空腔 1c，驱动器 650(特别是压电元件 73)和墨的距离变近。在图 28 的例子中，容器壁不是位于驱动器 650 和墨之间。振动板 72 比底板 71 及容器壁薄。

这里，说明了以声阻抗为基础的墨消耗检测，特别是利用残留振动的检测。但是，使用驱动器，利用弹性波及其反射波也可检测墨消耗。可以求出直到反射波返回的时间。也可适用其它的原理。以下的说明也是一样。

(2)空腔的形状是在规定的液体状态下保持墨的形状。在检测目标的墨消耗状态下，也能够保持墨地设定空腔形状。以与此时的墨量对应的残留振动为基准，的确能够检测墨是否消耗掉。

空腔内无残余墨本来应该容易检测到墨消耗。但是，出现如前所述的墨附着问题。当在空腔内残余或不残余墨时，即墨残余状态有偏差时，该偏差完全可能导致检测误差。在此情况下，最好如上的空腔保持墨。为了达到该目的，例如，使空腔的深度为能够防止墨全部流出的规定深度就行。在本实施例中，由于底板具有适当的厚度，因此，空腔也就确保了必要的深度。

(3)在本实施例中，空腔 162 贯穿作为基材的底板 178。在图 28 所示的实施例中，空腔 1c 贯穿底面 1a 的容器壁。由于空腔 162 的贯通，墨的状态更可靠地传递给压电元件。在压电元件 73 和容器壁之间设置作为中间部件的振动板 72。振动板 72 与

压电装置一起振动，且密闭空腔 1c。另一方面，在压电元件和底板 178 之间设置作为中间部件的振动板 176。振动板 176 与压电装置一起振动，且密闭空腔 162。因而，根据本实施例，既确保了墨密封状态，又能可靠检测墨消耗状态。

作为本实施例的变形例，空腔也可以不贯通底板。即，空腔由底板上的凹部构成。此时，可得到容易确保密封性的优点。通过使底板上的凹部的厚度变薄，若形成振动区域，就可不用振动板，因此，构成更为简单，且制造容易。图 48 示出该构成的实例。

对于将本发明适用于模块体上的实例，由于模块体的板具有适当厚度，因此空腔具备了必要的深度。

如图 49 所示，作为本实施例的变形例，空腔 800 也可以不贯通容器壁 802。即，空腔 800 由容器壁的凹部构成。压电装置 804 相对于凹部配置。在此情况下，可得到容易确保密封性的优点。若使底板上的凹部厚度变薄，形成振动区域，则可不用图 28 的振动板或者底板，由此模块体的构成更为简单，制造更容易。

与图 49 类似的构成也由图 31 揭示。在驱动器 670 的底板 80 上形成作为空腔的凹部 81。该底板 80 被置入容器 1 的底面 1a 上的贯开口内，结果可得到与图 49 相类似的构成。制造具有该构成的驱动器也比较容易。

(4)再参照图 20，压电元件由压电层 160，上部电极 164 和下部电极 166 构成。底板上形成下部电极 166，在下部电极 166 的上方形成压电层 160，再在压电层 160 的上方形成上部电极 164。在另外实施例中，模块体 100 的驱动器 106 或压电装置具有压电元件。作为本实施例的一个特征，空腔的面积大于下部电

极的面积。更详细地，开口空腔的压电元件侧的面积大于压电层和下电极重叠部分的面积。这样可得到下面的优点。

在图 20 的构成中，下部电极 166 最接近空腔，而且最小。压电元件在被下部电极 166 遮盖的范围内做振动。振动区域的大小实际等于下部电极 166。因此，就利用下部电极 166 的变化调整压电元件的振动特性。在本实施例中，与下部电极 166 相适应地设定空腔形状。即，使空腔 162 的面积比下部电极 166 的面积大。由于此构成，压电元件可在适当的状态下振动。

(5)其次，说明空腔深度和空腔开口尺寸之间的合适关系。在图 20 及图 48 中，空腔深度是底板厚度方向的尺寸。空腔贯通底板时，空腔深度与底板厚度相等。空腔开口尺寸是与空腔深度成垂直方向的尺寸为底板上开口的大小。另一方面，关于模块体的实施例，进一步说明空腔深度和空腔开口尺寸之间的适当关系。在图 33 中，空腔深度是模块体 100 的中心轴方向的空腔尺寸。在图 33 中，由于空腔 112 贯通板 110，空腔深度等于板厚加底板厚度。空腔开口尺寸是与空腔深度垂直方向的尺寸，等于板上开口的大小。下面，说明液体容器实施例的空腔深度和空腔开口尺寸的适当关系。在图 28 中，空腔深度是贯通容器壁方向空腔尺寸。在图 28 中，由于空腔 1c 贯通容器壁，因此空腔深度等于壁厚加底板厚度。空腔开口尺寸是与空腔深度成直角方向上的尺寸，等于容器壁的孔的大小。

在本实施例中，设定空腔深度比开口尺寸的小。于是，空腔是浅而宽的形状。由此，可得以下的优点。

由于空腔浅而宽，因此，墨减少时，残余在空腔内的墨量变少。因而，墨消耗造成残留振动的变化加大，可提高检测精度。

当空腔为深而狭的形状时，从空腔向容器内合适地传递振动

就不可能。相对地，根据本实施例，由于空腔为浅而宽，因此，在检测残留振动的变化方面可得到良好的振动传递。

根据本发明人的研究，空腔深度为开口尺寸的 $1/3$ 或小于 $1/3$ 为优选。因此，显著实现了残留振动的变化。

在上述说明中，主要采用了圆形空腔。但是，在本发明的范围内，可采用空腔的各种形状。在考虑空腔形状时，本发明将空腔深度设定为小于空腔开口的最小宽度。最好，空腔深度是空腔开口的最小宽度的 $1/3$ 或小于 $1/3$ 。例如，空腔为长方形时，短边的尺寸比空腔深度大。

(6)作为本实施例的一个特征，开口空腔具有以压电元件中心实际上对称的形状。最好，空腔是圆形。作为另一实施例的一个特征，开口空腔具有以液体检测用装置的振动中心或压电元件中心实际对称的形状。最好，空腔为圆形。

根据该构成，依次地得到单峰出现的频率特性。一次振动模式可由压电膜支配，S/N 比率增高。残留振动的振幅也增大。因而，检测性能良好。若采用正方形，则可降低感应器固定对振动特性的影响。例如，可以考虑用环氧类树脂粘合剂固定感应器。该种粘合剂在硬化时发生收缩。因此，当空腔形状不对称时，因为收缩的影响会发生歪斜，所以振动特性在空腔周围因场所不同而不同。

相对地，本实施例中，空腔形状是对称的。因为用粘合剂将板固定到感应器不容易受到歪斜影响，在空腔整个一周得到均等的振动特性。因为用普通的粘合剂固定感应器而不容易受歪斜影响，所以在空腔整个一周得到均等的振动特性。如该例所示，采用本实施例，因能减轻感应器固定的影响，感应器可被可靠地安装在墨盒上。还可采用相对比较简单的安装方法。压电元件以及

墨盒的制造也容易。

特别地，根据本实施例，因空腔形状为圆形，所以可得到很高的均等性。由于检测性能良好，上述的本实施例的优点将更加显著。采用圆形，就可以冲孔方式形成空腔，制造极为容易，也有优点。

(7)液体检测用装置或驱动器被设置在与检测目标规定的液体消耗状态所对应的液面位置上。在另外的实施例中，安装模块体 100 及压电装置或驱动器 106 被设置在与检测目标规定的液体消耗状态所对应的液面位置上。当液面通过检测装置时，空腔内处于保持了残余墨的状态。液体检测装置发出检测信号，该信号表示当液面通过检测装置时的开口空腔内与墨对应的残留振动状态，构成了液体用装置，特别是构成了空腔形状。

如前所述，当空腔深度 t 和空腔开口半径 a 满足 $(a/t) > (3 \times \pi/8)$ 的条件时，空腔略呈圆形，在空腔内残余墨的状态下，能够检测墨消耗。

(8)作为本实施例的较好的应用例，空腔的容器内部侧的开口面积或尺寸应比压电元件侧的开口面积或尺寸大。因此，使空腔变形为向容器内部变宽的形状。根据该构成，由于能够有效地防止不要的墨残余在空腔部内，因此可提高检测能力。

参照图 50(A)及图 50(B)，图 50(A)示出锥形空腔。图 50(B)示出阶梯形空腔。这两种空腔都向墨容器内部扩大。根据这些空腔的形状，不要的墨就不易残余在空腔周围。即，空腔内只留一定量的墨。因此，可提高检测的可靠性，实现检测精度的提高。当空腔不是锥形或阶梯形时，因表张力的影响，不要的墨有可能残余在空腔周围。此时，空腔内墨保持量有些偏差。保持量的偏差是检测不可靠的一个原因。根据本实施例，能够避免这样的事

情，可靠地检测墨消耗。

(9)作为本实施例较好的应用例，从空腔处开设一条延伸槽，该槽与空腔相连通。图 51 示出了该连通槽的实例。连通槽 G 被设置在底板 178 上面对墨盒内侧的面上。连通槽 G 从空腔 162 起延伸至底板 178 的中途。因设置连通槽 G，空腔内的墨不易外流，降低了空腔内残余的墨量。因表面张力的影响，能够有效地降低残余在空腔周围的不需要的墨量，可稳定墨的保持量。由于液面是否通过空腔，即墨是否被消耗掉对残留振动的变化所造成的影响更为显著，因此，能更可靠地检测墨消耗，可提高检测精度。为了让更多的墨从空腔流出，最好形成连通槽。更好地，连通槽通向墨盒供墨口。连通槽从空腔处朝供给口的方向延伸。这样，可顺利地将空腔内的墨导向供给口。

(10)更好地，液体检测用装置(驱动器)如图 32 及其它多个附图所示，以与安装结构体成一体的模块状安装在墨盒上。因此，能从外部保护液体检测用装置。

(11)作为本实施例的较好应用例，连通空腔的连通槽被设置在面对墨盒内部的部位上，并从空腔处延伸。连通槽如图 52 所示。连通槽 G 从空腔 112 起，至板 110 的途中止。因设置连通槽 G，空腔内的墨不易外流，降低了空腔内残余的墨量。因表面张力的影响，能够有效地降低残余在空腔附近的不需要的墨量。因此，还可稳定墨的保持量。由于液面是否通过空腔，即墨是否被消耗掉对残留振动的变化所造成的影响更为显著，因此，能更可靠地检测墨消耗，提高检测精度。为了让更多的墨从空腔流出，希望形成连通槽。更好地，连通槽通向墨盒供墨口。连通槽从空腔处沿朝向供给口的方向延伸。这样，可顺利地将空腔内的墨导向供给口。

(12)作为本实施例特征之一，模块体的安装结构体嵌入墨盒上的贯通口 112 内。参照图 53，图 32 的模块体 100 安装在盒壁的贯开口内。模块体 100 的本体和墨盒壁部的孔的形状相同，模块体 100 无间隙地插入贯开口内。因模块体 100 端部的凸缘，确保了密封。因采用这种构造，组装模块体极为容易，且可把带空腔的感应器部配置在合适的位置上。

(13)在本实施例中，在压电装置或驱动器上形成与安装结构体的开口空腔连通的凹部。该凹部是设在驱动器底板上的贯开口，起到开口空腔(部分)的作用。因这样的构成，开口空腔靠近压电装置的振动部，参照图 38。

(14)对于较好的实施方式，开口空腔要靠近吸出空腔内墨的液体吸收体。液体吸收体由如多孔质材料，必要时为海绵类材料构成。

图 54(A)及图 54(B)示出空腔 800 和吸收体 802 靠近的构造实例。前者中，吸收体 802 直接接触空腔 800。后者中，吸收体 802 面对从空腔 800 处延伸的连通槽 G。

因这样构成，能够从空腔内吸出不需要的墨。可消除表面张力等对墨残余状态造成不稳定的影响。即，减少空腔内不必要的残余墨保持量。空腔内的残余墨可被完全吸出。由于降低了墨保持量的偏差引起的检测误差，因此可提高检测精度。

(15)对于另外较好的实施例方式，在开口空腔内设置保持液体的液体吸收体。即，吸收体不是配置在空腔外，而是配置在空腔内。此处，液体吸收体也可以由如多孔质材料，必要时如海绵状材料构成。图 55 显示不在空腔 800 内设置吸收体 804 的构成例。

在该构成中，墨主要地保持在空腔内。墨的保持量由吸收体

的构造和形状决定。如图所示，在吸收体充满空腔内时，由空腔的形状决定墨保持量。即使在该状态下，空腔内墨保持量的偏差也较小。由于降低了墨保持量的偏差引起的检测误差，可提高检测精度。

(16)更好地，因为安装模块体被装在墨盒上，故相对墨盒可装拆。以安装模块体的状态把感应器安装在墨盒上，因此，感应器的安装容易。取下安装模块体，也就取下了感应器，因此，墨盒的再利用变得容易。

(17)可以把压电装置嵌入液体容器上的贯通口内。压电装置的安装较为容易。在合适的应用例中，当安装压电装置时形成贯通口。此时，在容器壁安装位置上制出的薄壁部被压电装置突破。

图 56 示出安装带有压电装置的模块体 810 之前的状态。容器壁 812 上设置薄壁部分 814。薄壁部分 814 设置在安装模块体 810 的设置场所。为了组装安装模块体 810，即压电装置，把安装模块体 810 压入容器壁 812 内时，安装模块体 810 突破薄壁部 814。因此，形成贯开口。安装模块体 810 和贯开口密封接触。这样，根据本实施例，安装模块体的组装容易，在安装模块体 810 和容器壁之间能得到良好的密封状态。

(18)实施例中，开口空腔靠近吸出空腔内墨的液体吸收体设置。液体吸收体由如多孔质材料，必要时如海绵类材料构成。

图 13 示出空腔和吸收体靠近的构造实例，前者中，吸收体 74 直接接触空腔 1c。后者中，吸收体 75 面对从空腔 1c 处延伸的连通槽 1h。

因这样构成，能够从空腔内吸出不需要的墨。可消除表面张力等对墨残余状态造成不稳定的影响。即，减少空腔内墨保持量

的偏差。空腔内也可以完全无残余墨。由于降低了墨保持量的偏差引起的检测误差，因此可提高检测精度。

(19)对于另外一较好的实施例方式，在开口空腔内设置保持液体的液体吸收体。即，吸收体不是配置在空腔外，而是配置在空腔内。此处，液体吸收体也可以由如多孔质材料，必要时如海绵状材料构成。图 57 示出在空腔 1c 内设置吸收体 800 的构成例。

在该构成中，空腔内确实保持有墨。墨的保持量由吸收体的构造和形状决定。如图所示，在吸收体充满空腔内时，由空腔的形状决定墨保持量。即使在该状态下，空腔内墨保持量的偏差也较小。由于降低了墨保持量的偏差引起的检测误差，可提高检测精度。

(20)对于较好方式，压电装置包括压电元件和形成压电元件的基材或底板，开口空腔形成在基材上。图 20 示出了这样的压电装置。由于空腔与振动子直接相邻，因此本实施例的优点非常显著。如图 28 所示，空腔也可设在基材和容器壁上。

(21)如图 32 所示，压电装置可用安装模块体进行安装。安装模块体包含与压电装置一体的安装结构体。安装结构体具有将压电装置安装到墨容器上的构造。安装模块体以和压电装置一体的状态安装到墨容器上。空腔设置在安装模块体的前面，当安装模块体被安装在墨水容器上时，空腔朝向容器的内侧。利用安装模块体进行组装，就能够把空腔配置在容器内部。应该把压电装置及空腔配置在能够进行检测液体消耗的位置上，而且从容器外部能保护的位置上。

(22)本实施例中液体容器是墨盒。墨盒是墨容器和墨箱的一个实例。墨箱如下所说，不限于上述的盒。

喷墨打印机的墨箱有滑架式和固定式。在上述实施例中，主要说明了滑架式墨箱。即，墨盒安装在滑架上。然而，本发明同样也适合于固定式墨箱。此时，作为墨箱的墨盒设置喷墨打印机的固定部(壳体)上，用管子将墨盒与打印头进行连接，在该固定的墨盒上设置压电装置。

图 58 示出固定式墨盒的一例。打印头 832 装在滑架 830 上。打印头 832 通过管子 834 与墨盒 836 连接。墨盒 836 固定在图中未示出的喷墨打印机的相应设置部位，该部位不是在可移部位上。墨盒 836 具备压电装置 838，此外还有与压电装置 838 相对的开口空腔。

在上述实施例中，副墨盒设置在打印头附近，副墨盒与可更换的墨盒连通。副墨盒如图 3 及图 4 所示(参照标号 33)。该副墨盒也起墨盒的作用。因此压电装置也可安装在副墨盒上。相对压电装置设置开口空腔。该变形在滑架式墨盒和固定式墨盒上均适用。

(23)墨箱具有将其内部分隔成多个空间的隔板，多个压电装置可分别设置在这些空间上。该形式如图 2 所示，适用于彩色打印机上。能够分别检测出容纳于多个空间内的彩色墨的消耗状态。相对各空间的压电装置，设置开口空腔。

上面，用具体实施例说明了本发明，但本发明的技术范围不限于上述实施例所记载的范围。在上述实施例中，可做出多种变化或改进。这样的变化或改进同样包含在本发明的技术范围内。

例如，液体容器不限于墨盒。本发明也可适用于墨盒以外的打印机用墨箱。当然，本发明也适合于容纳墨以外液体的容器。

液体检测装置也可以不发生自振。即，发振和残留振动状态的输出不是自身完成的。例如，其它的驱动器发出振动后，再检

测液体检测用装置的振动状态。在另一实施例中，随着滑架的移动等，因墨盒振动，压电元件也振动时，检测出该振动。即，不是主动地发生振动，而是利用打印机动作自然地发生的振动，来检测墨消耗。另一方面，与上述变形例相反，液体检测用装置只发生振动。此时，可获得其它感应器的振动状态。

上述变形相对于使用压电元件的其它检测功能，例如使用弹性波及反射波的检测功能也同样适用。即，使用压电元件发生振动或检测。

如上所述，根据本发明，在液体检测用装置上设开口空腔，就可提高液体消耗状态的检测能力。根据本发明，在将压电装置安装到液体容器上的安装模块体上设开口空腔，也可提高液体消耗状态的检测能力。根据本发明，在安装压电装置的液体容器上设开口空腔，可提高液体消耗状态的检测能力。

说明书附图

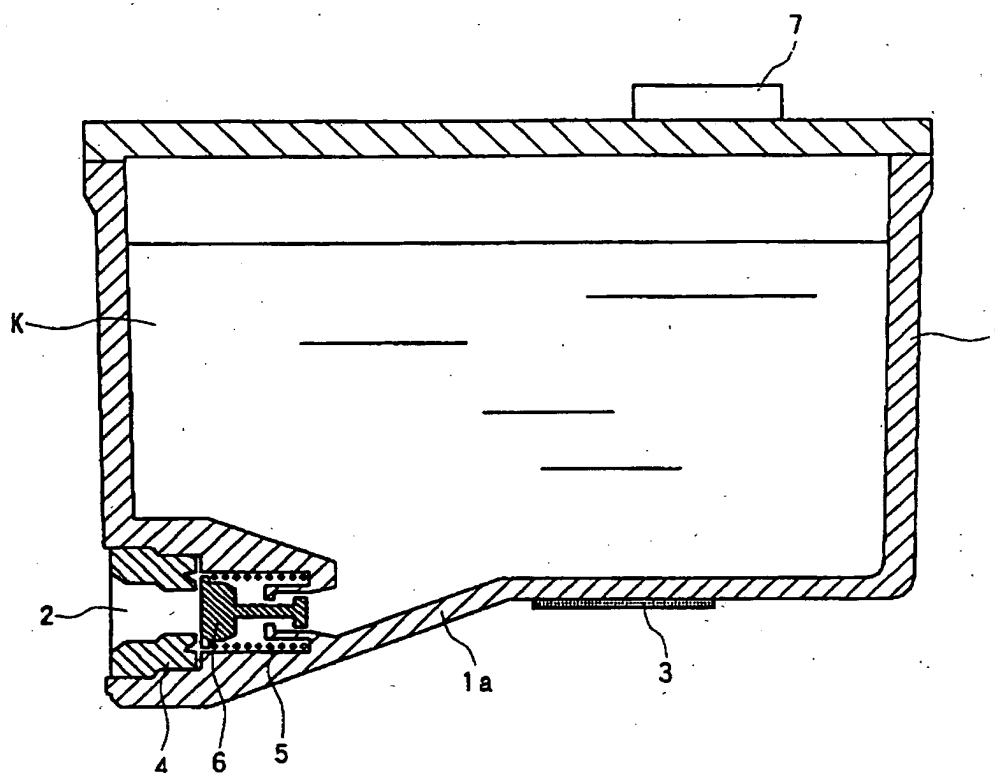


图 1

00.05.19

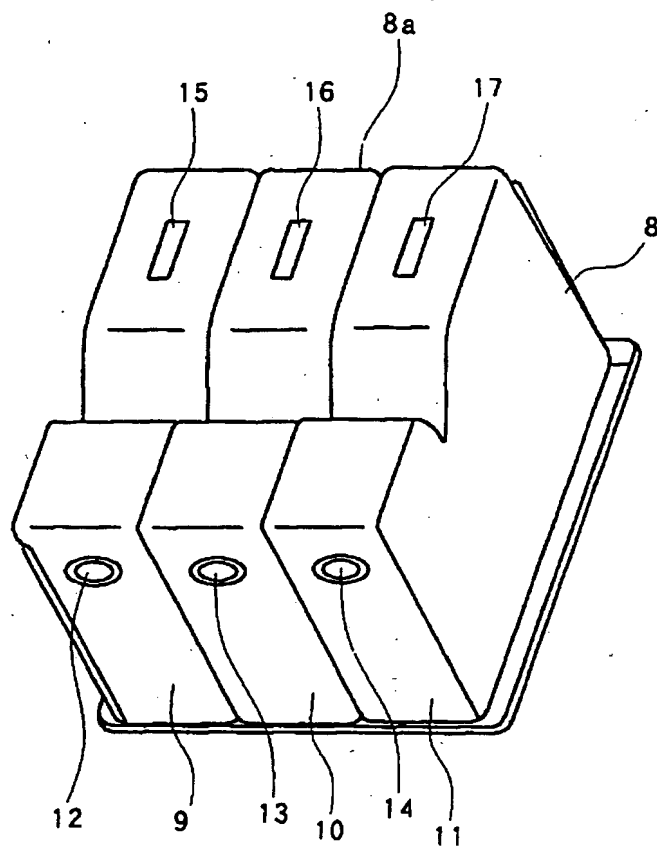


图 2

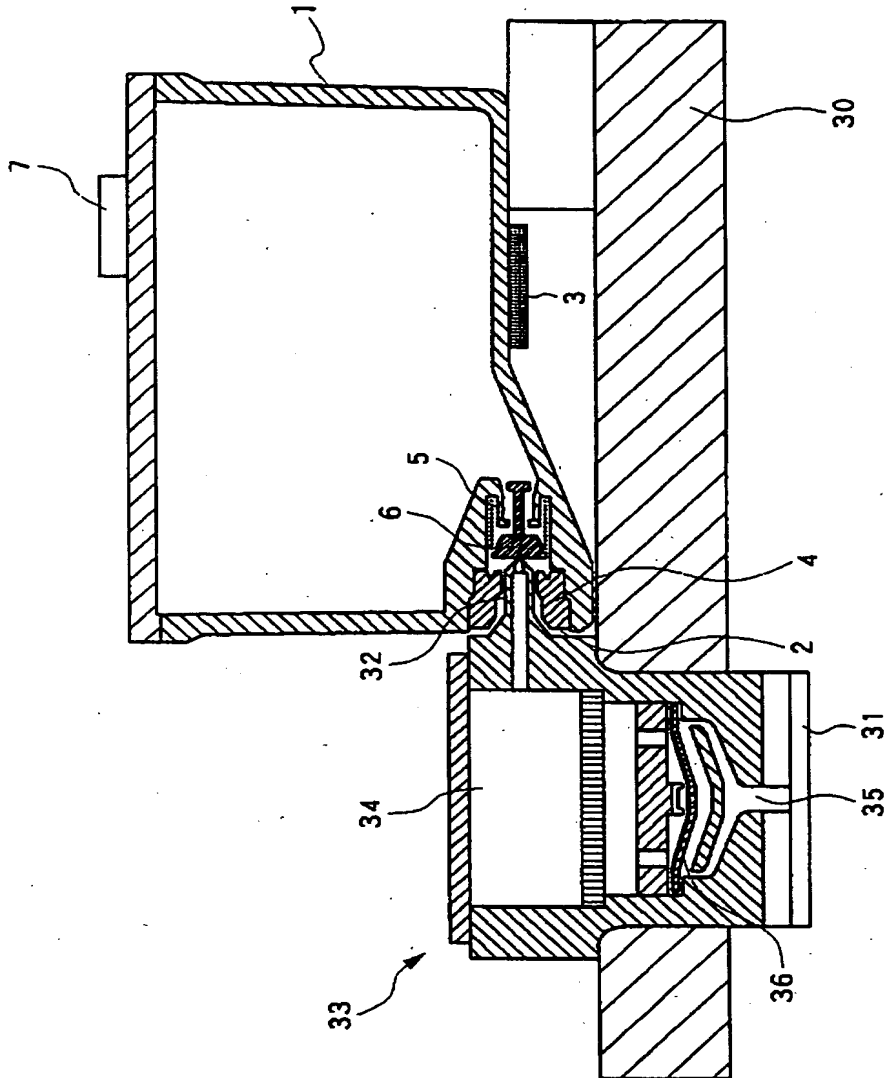


图 3

00.05.19

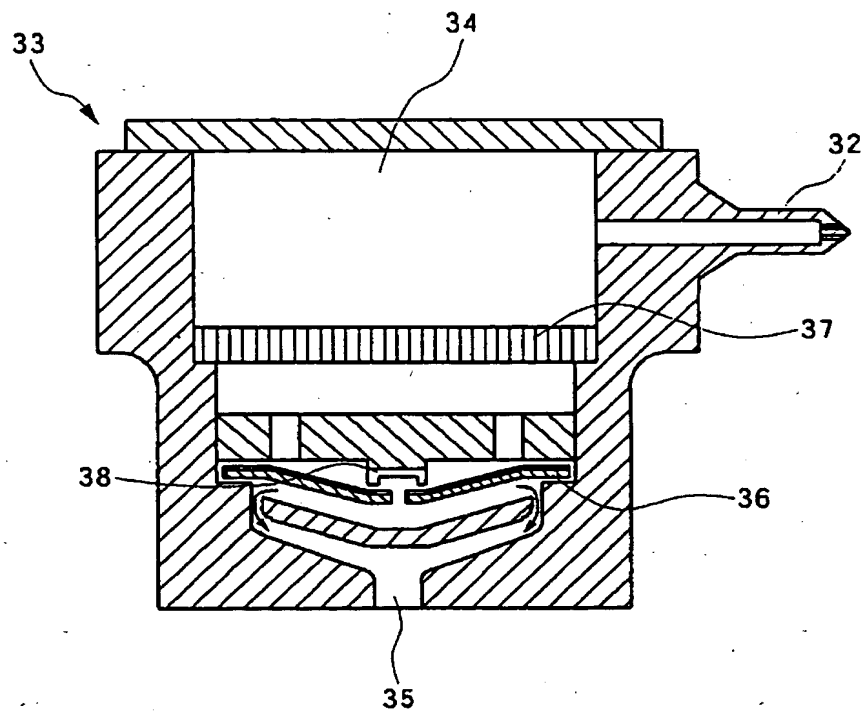


图 4

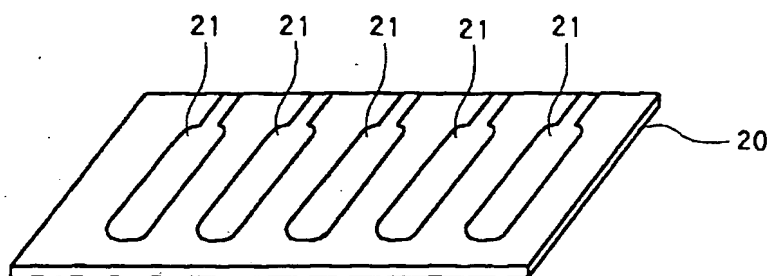


图 5(A)

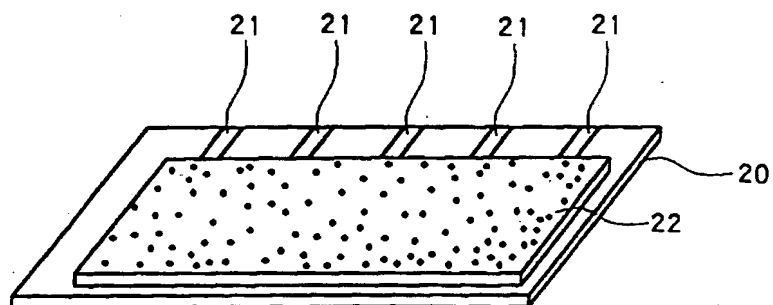


图 5(B)

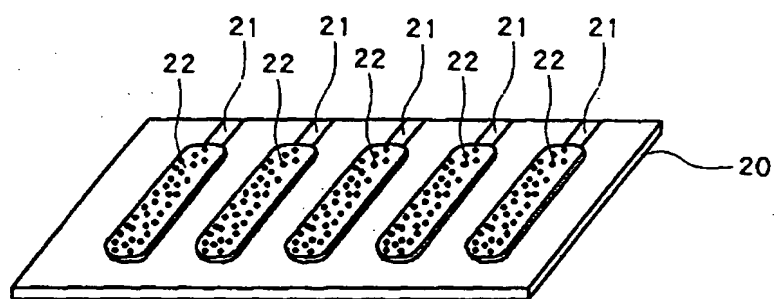


图 5(C)

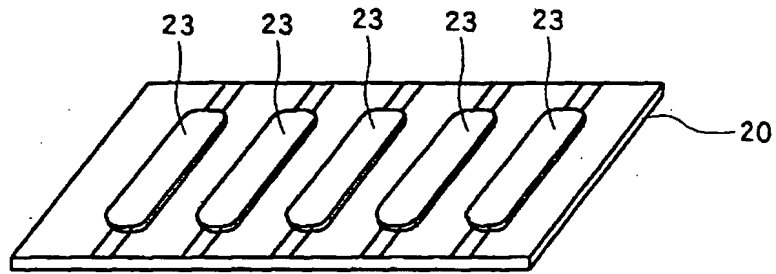


图 5(D)

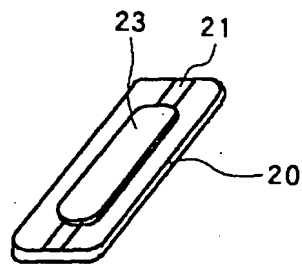


图 5(E)

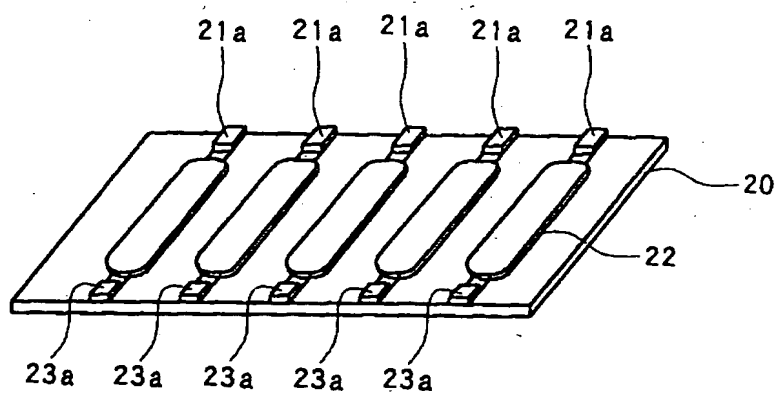


图 6

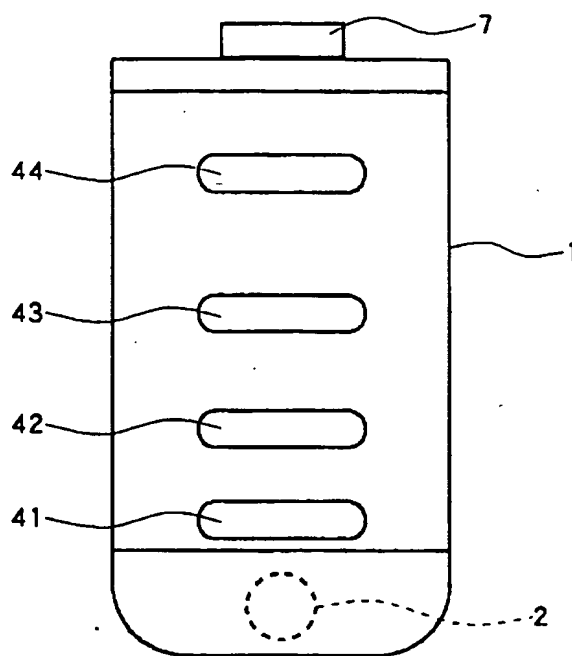


图 7

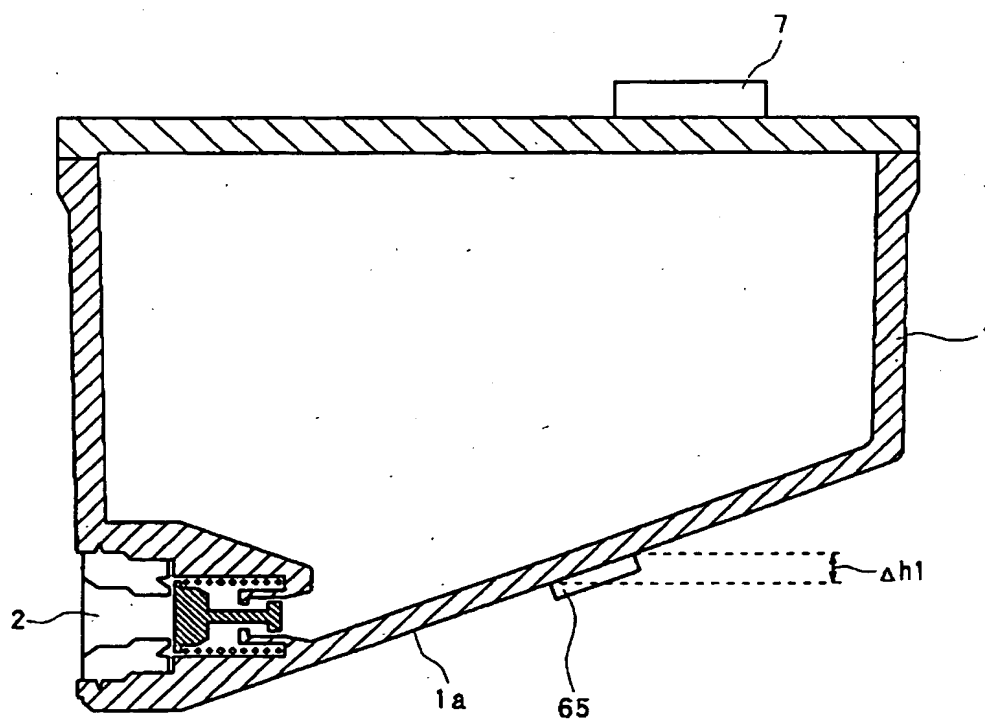


图 8

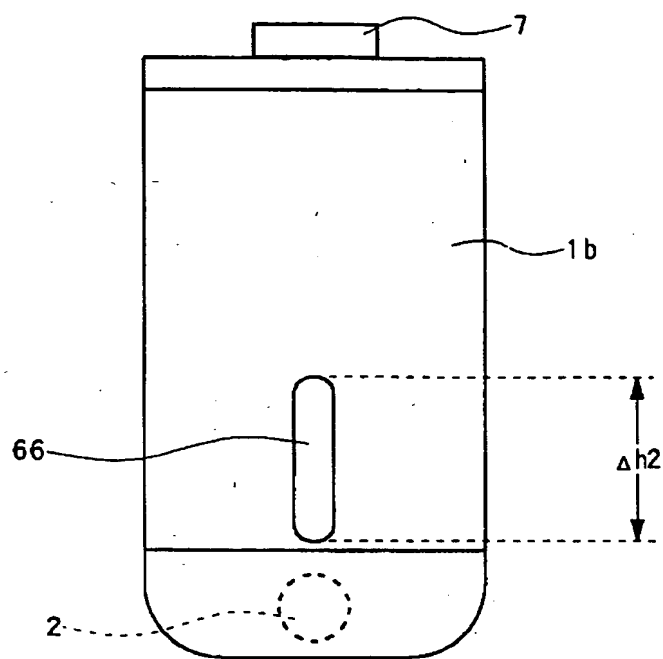


图 9

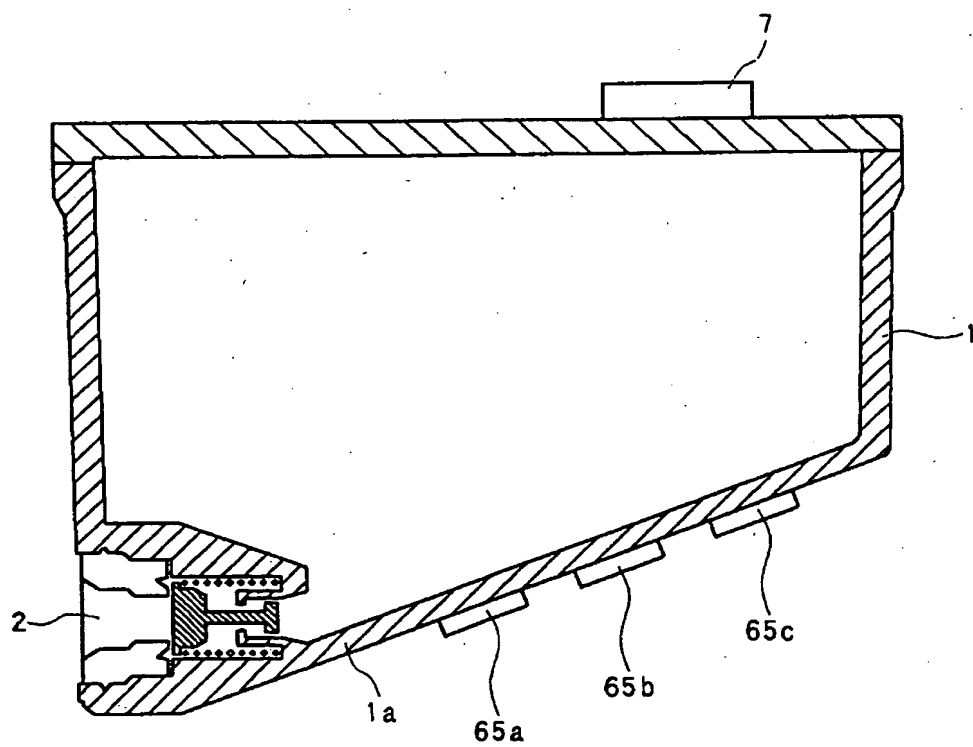


图 10

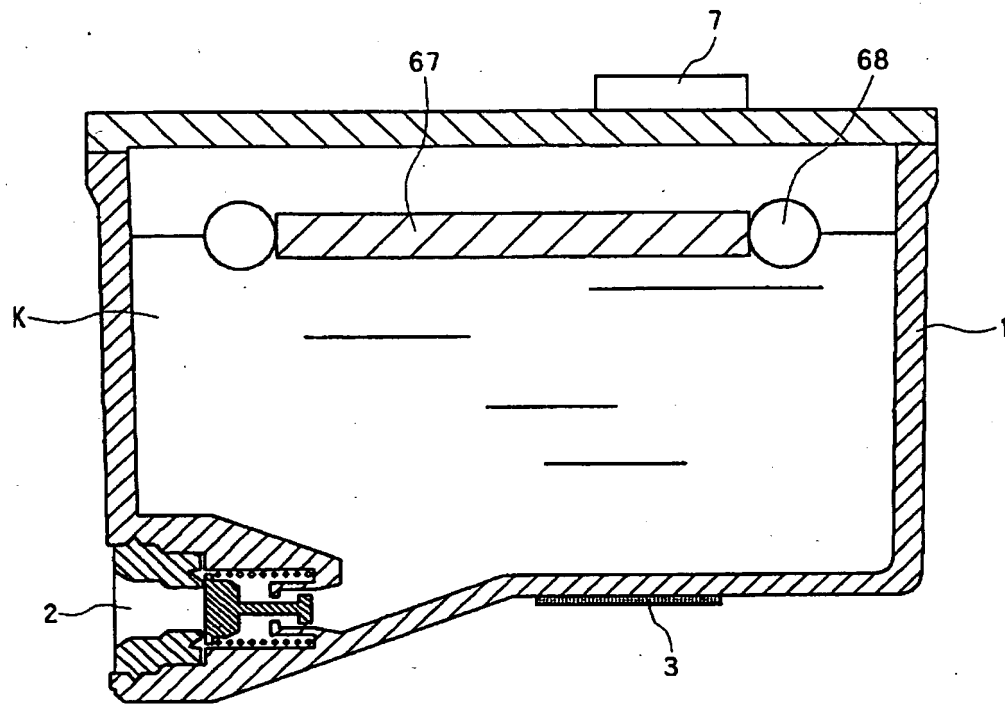


图 11

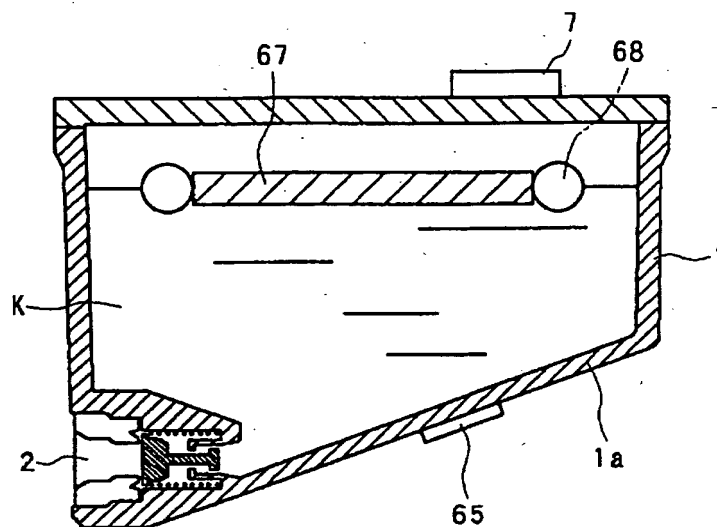


图 12(A)

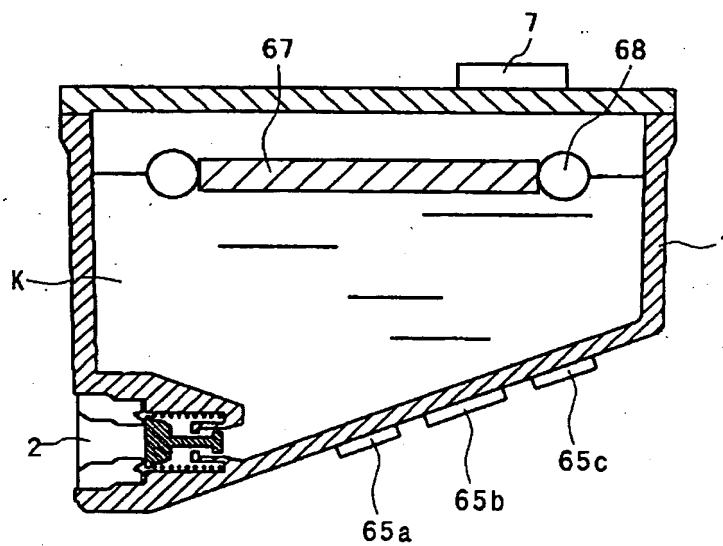


图 12(B)

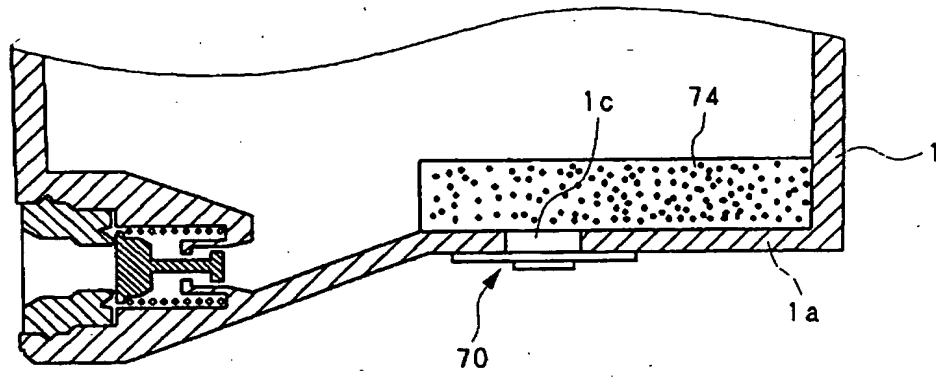


图 13(A)

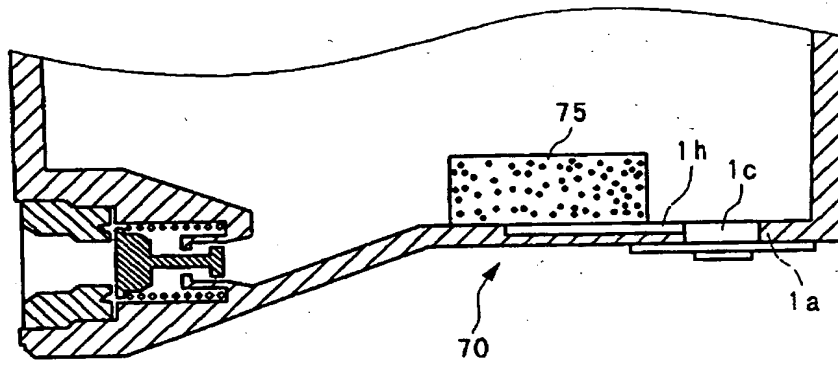


图 13(B)

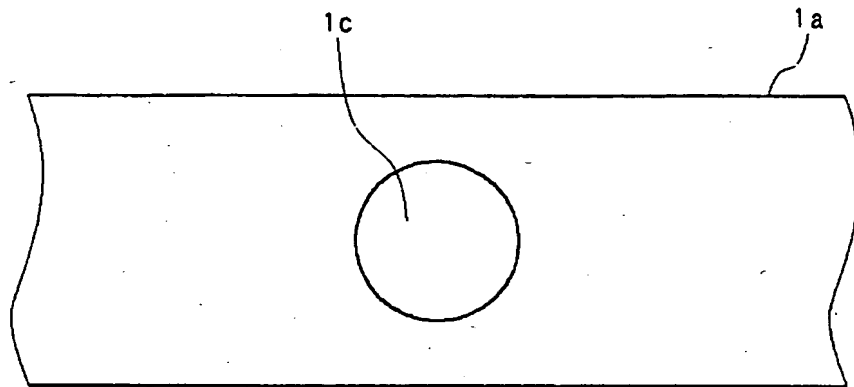


图 14(A)

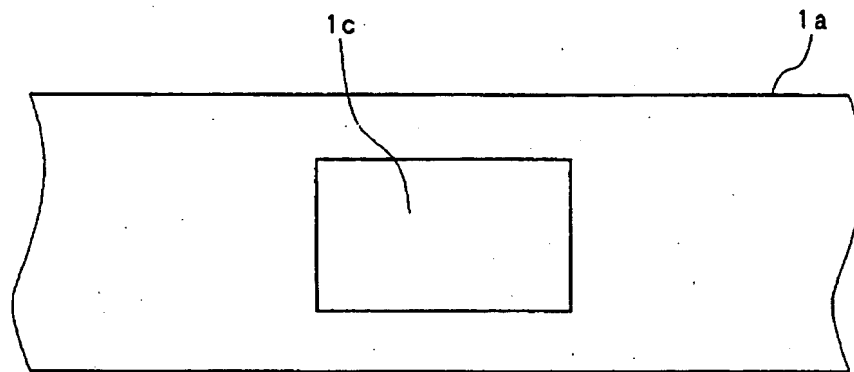


图 14(B)

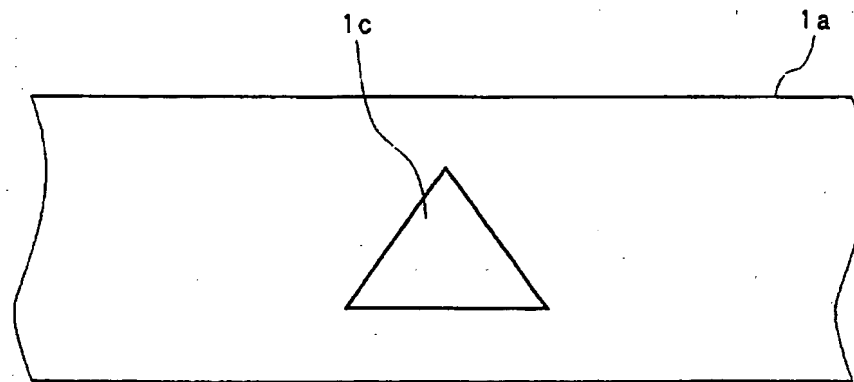


图 14(C)

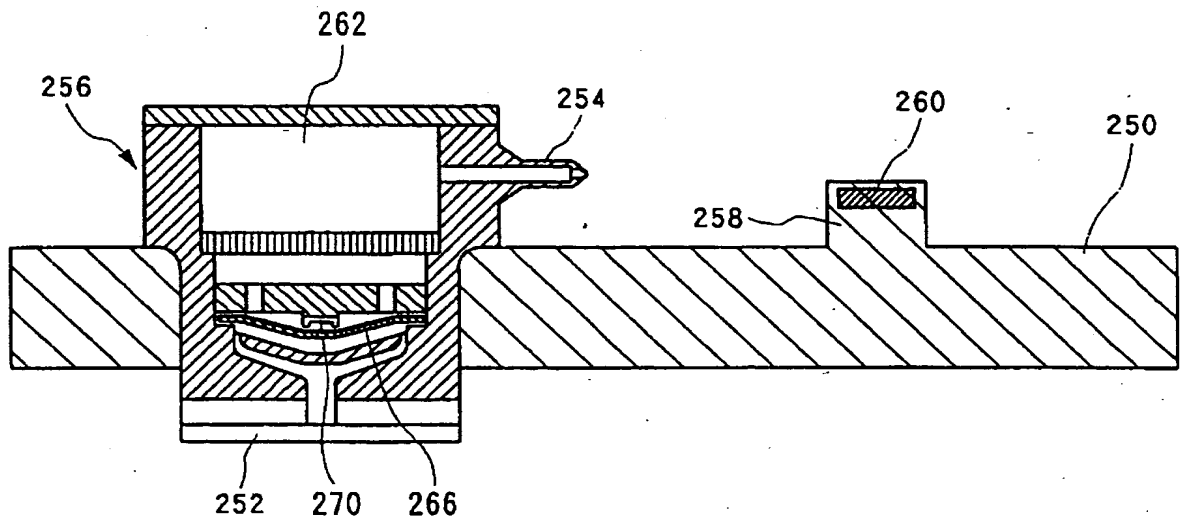


图 15(A)

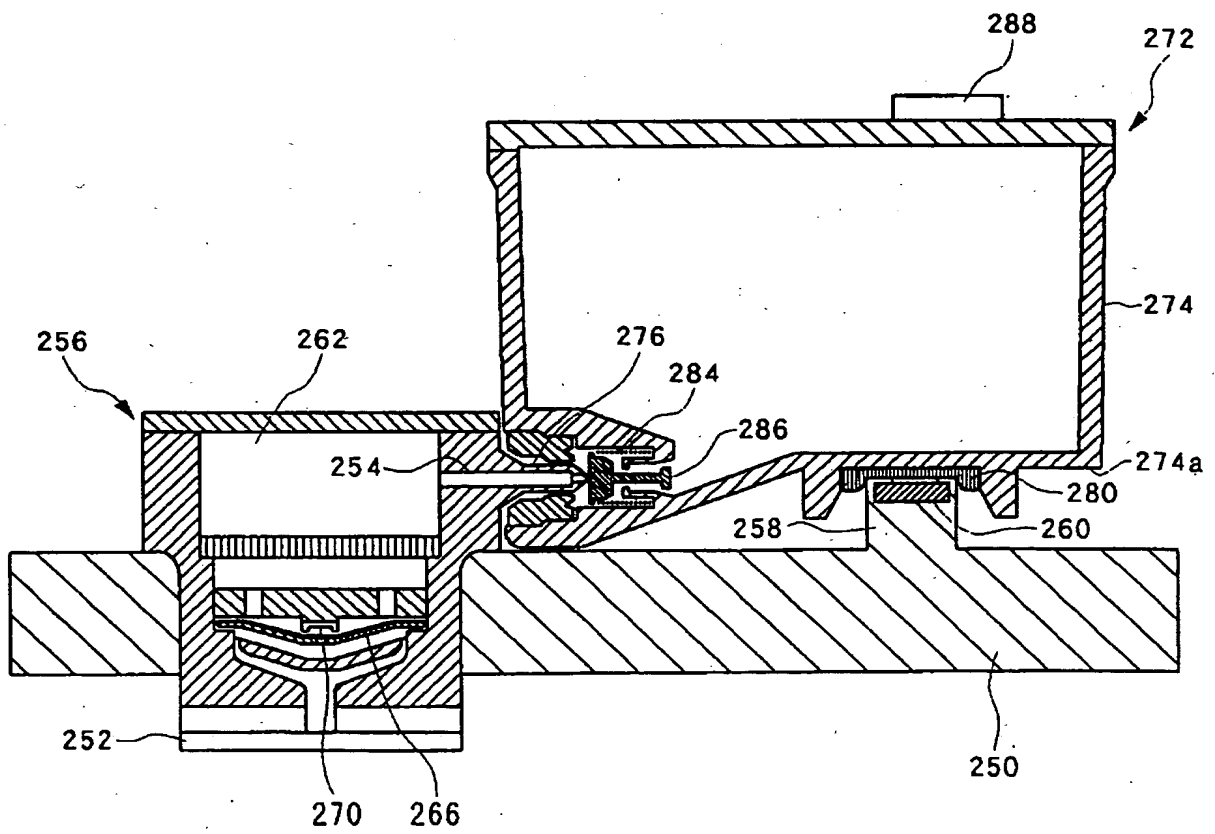


图 15(B)

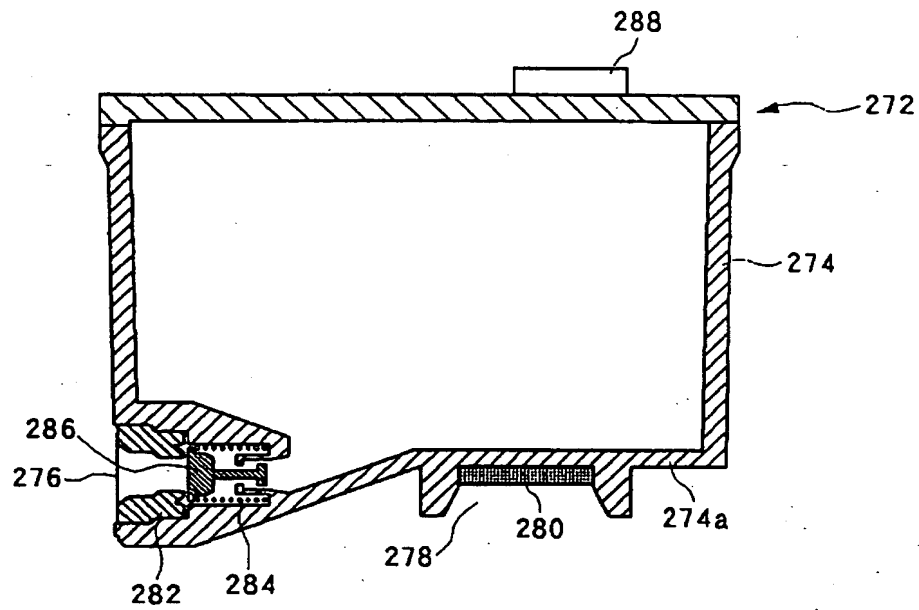


图 16(A)

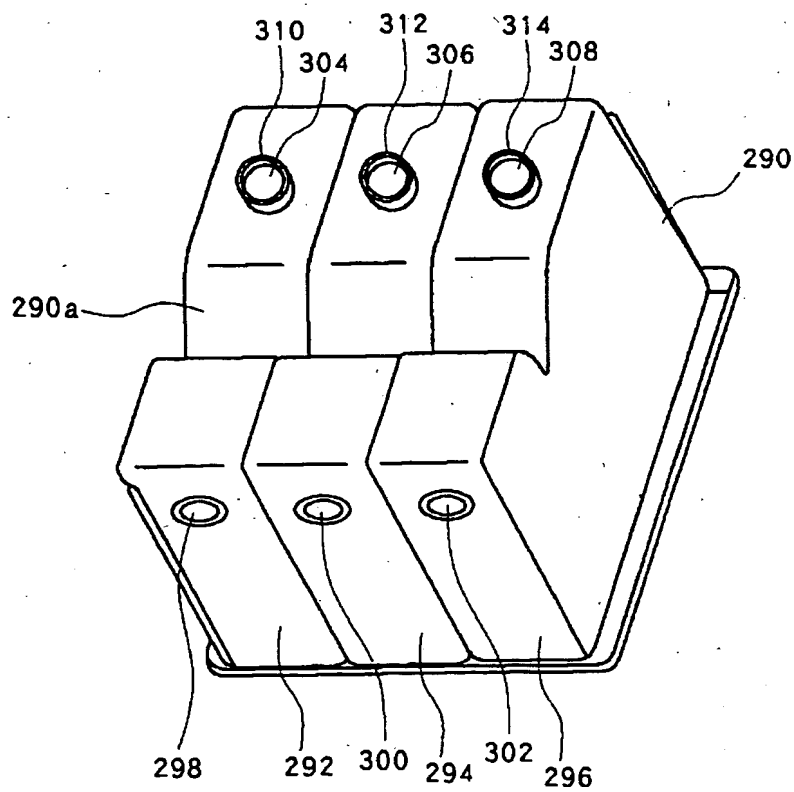


图 16(B)

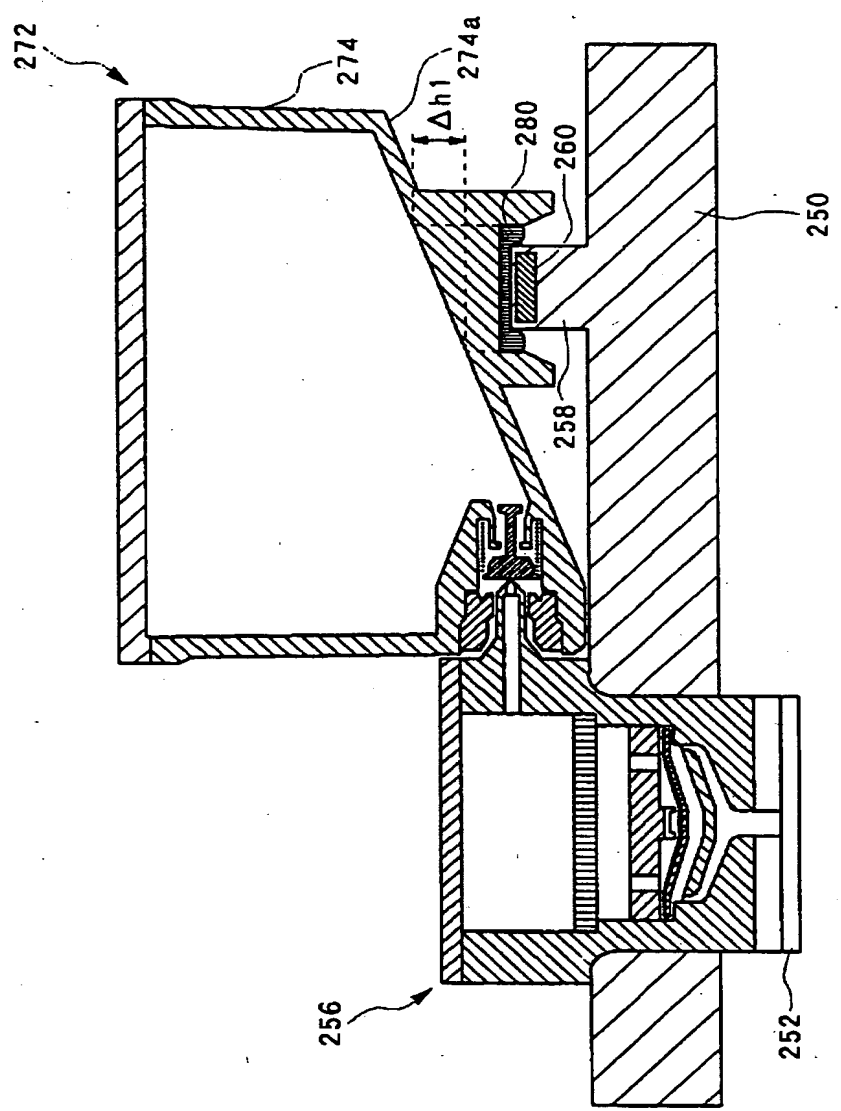


图 17

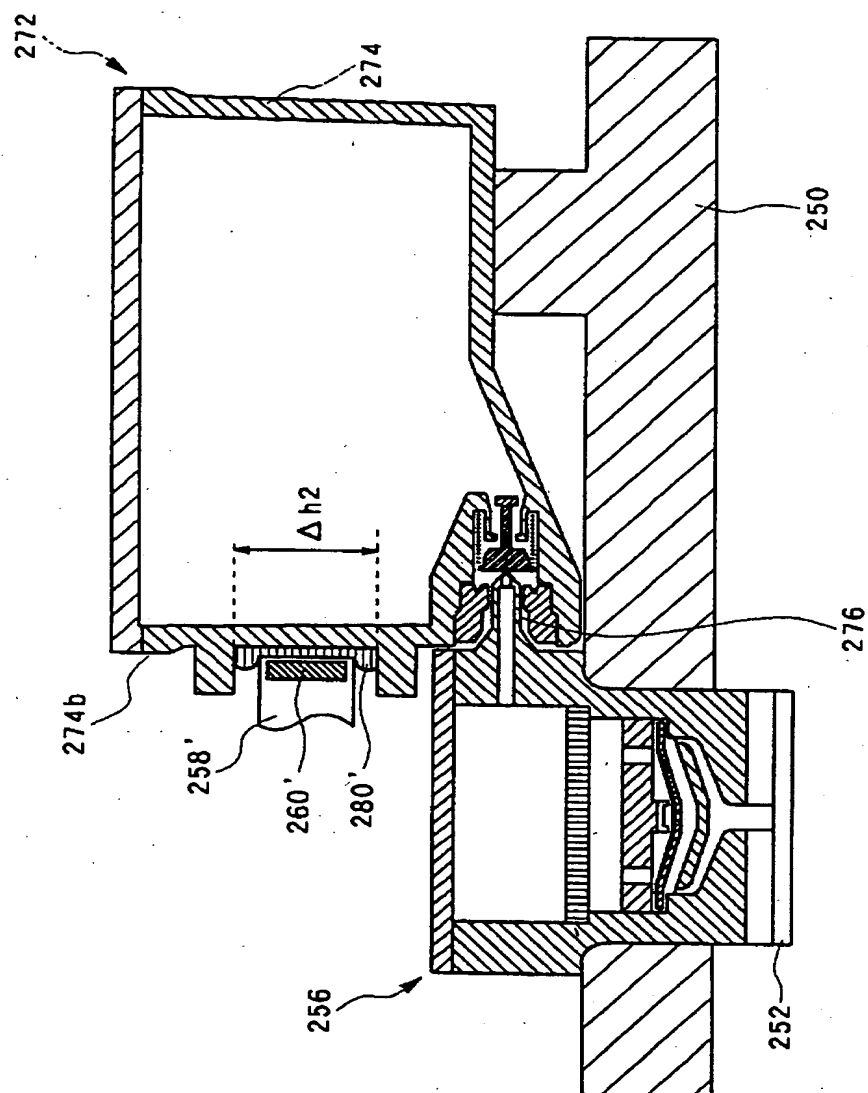


图 18

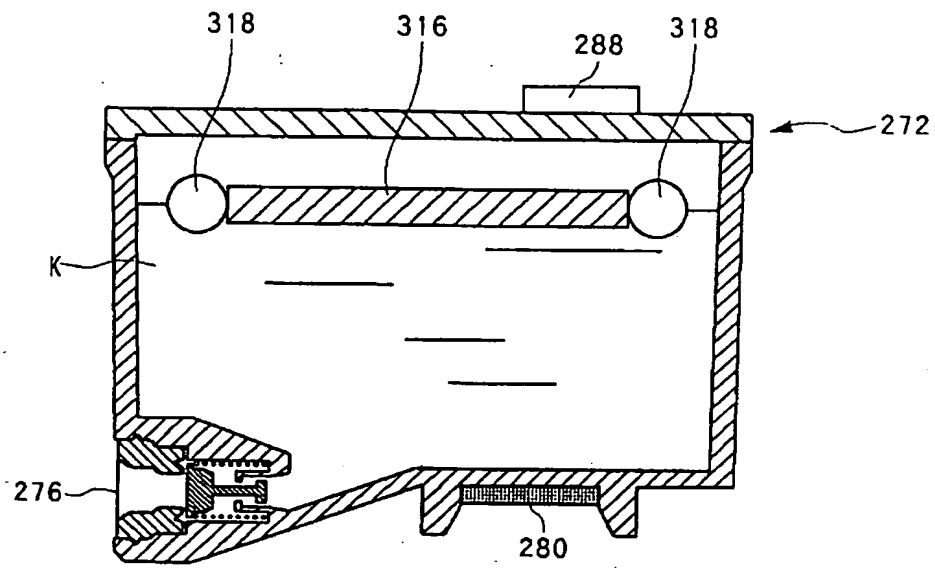


图 19

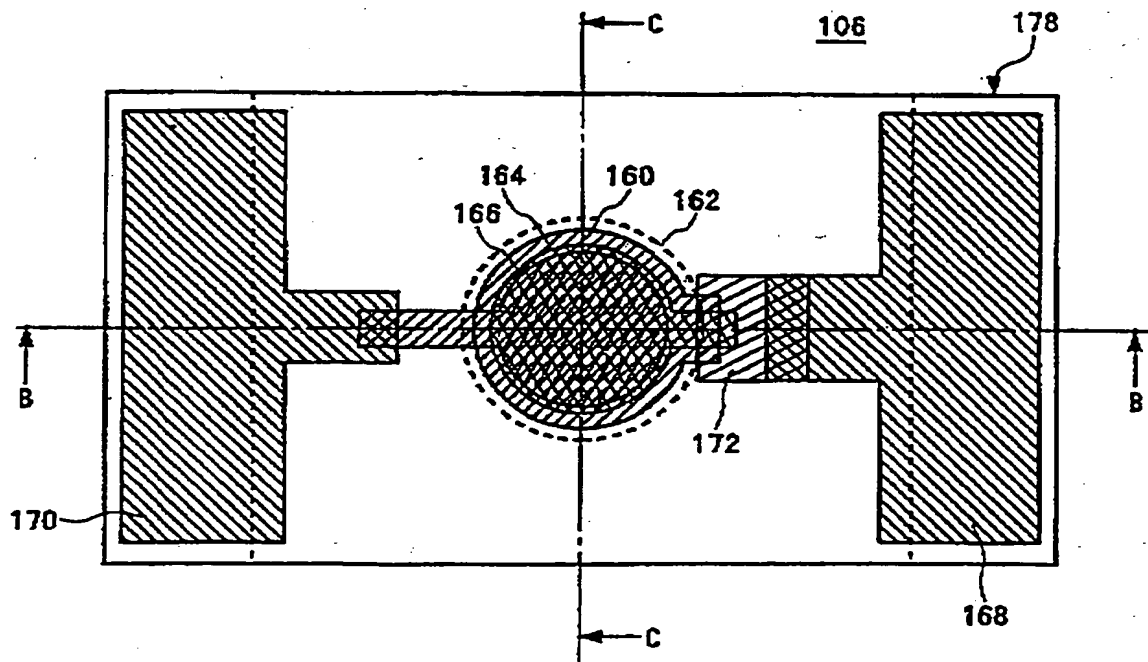


图 20(A)

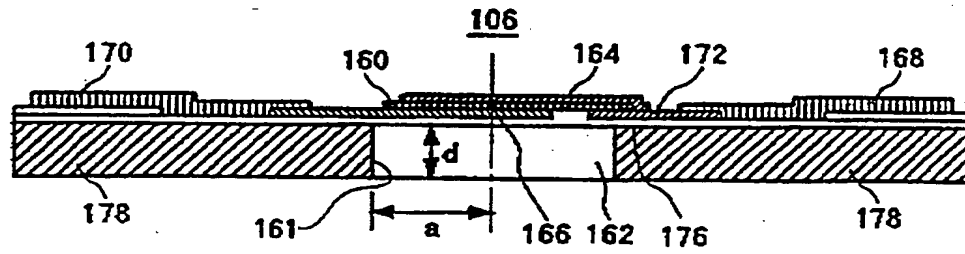


图 20(B)

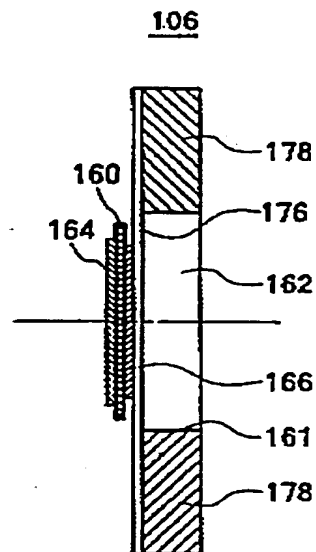


图 20(C)

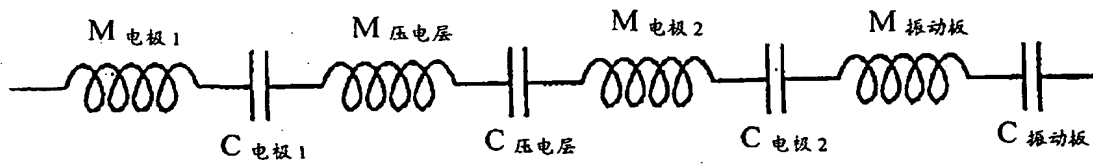


图 21(A)

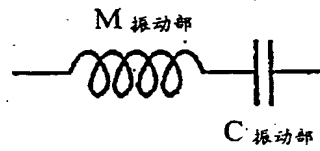


图 21(B)

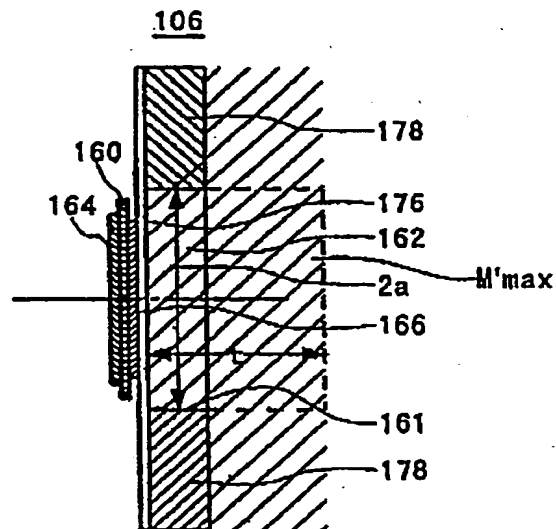


图 21(C)

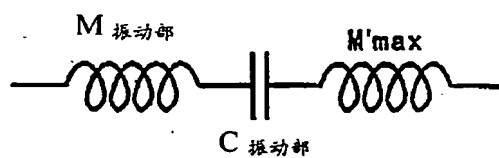


图 21(D)

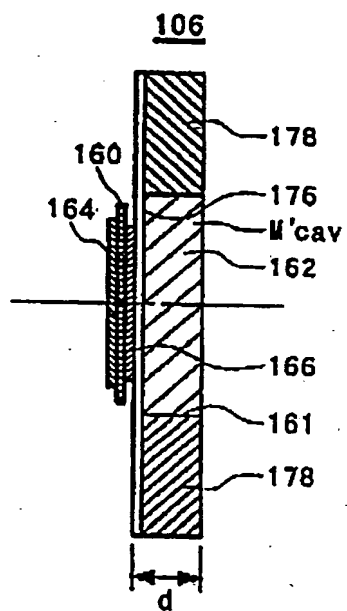


图 21(E)

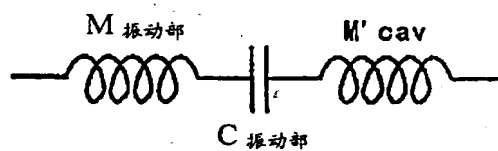


图 21(F)

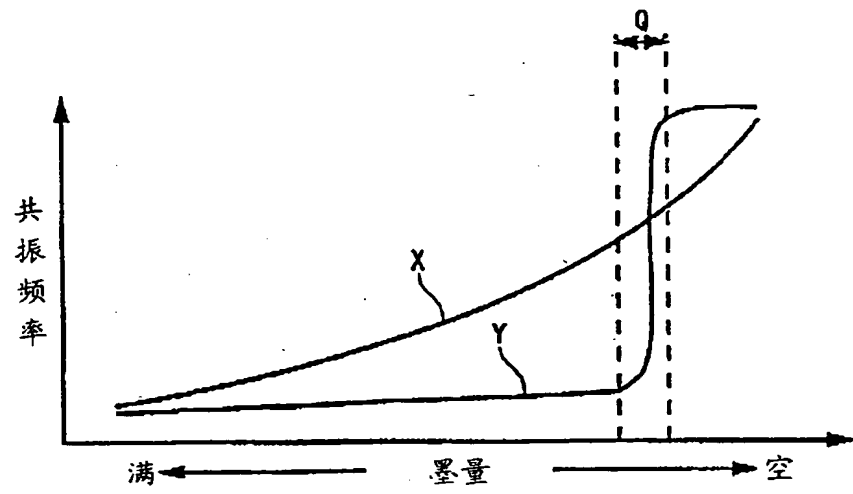


图 22(A)

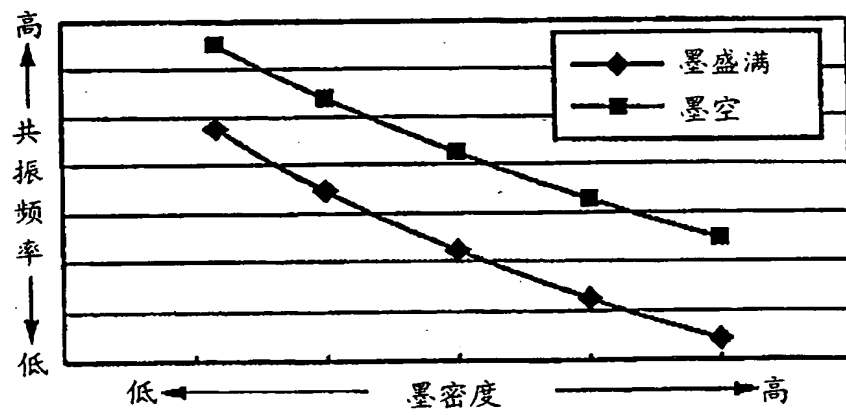


图 22(B)

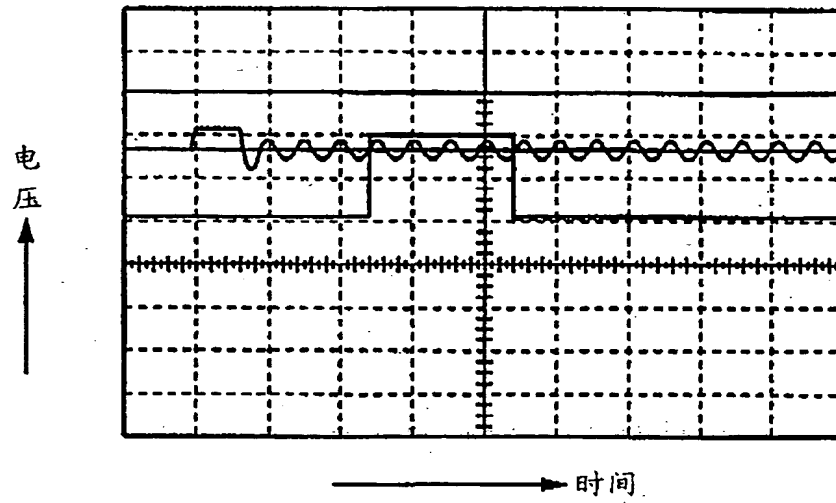


图 23(A)

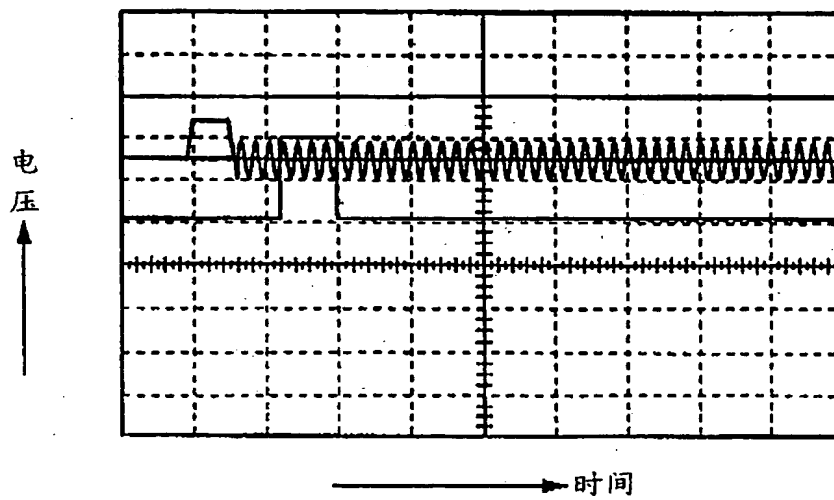


图 23(B)

00.05.19

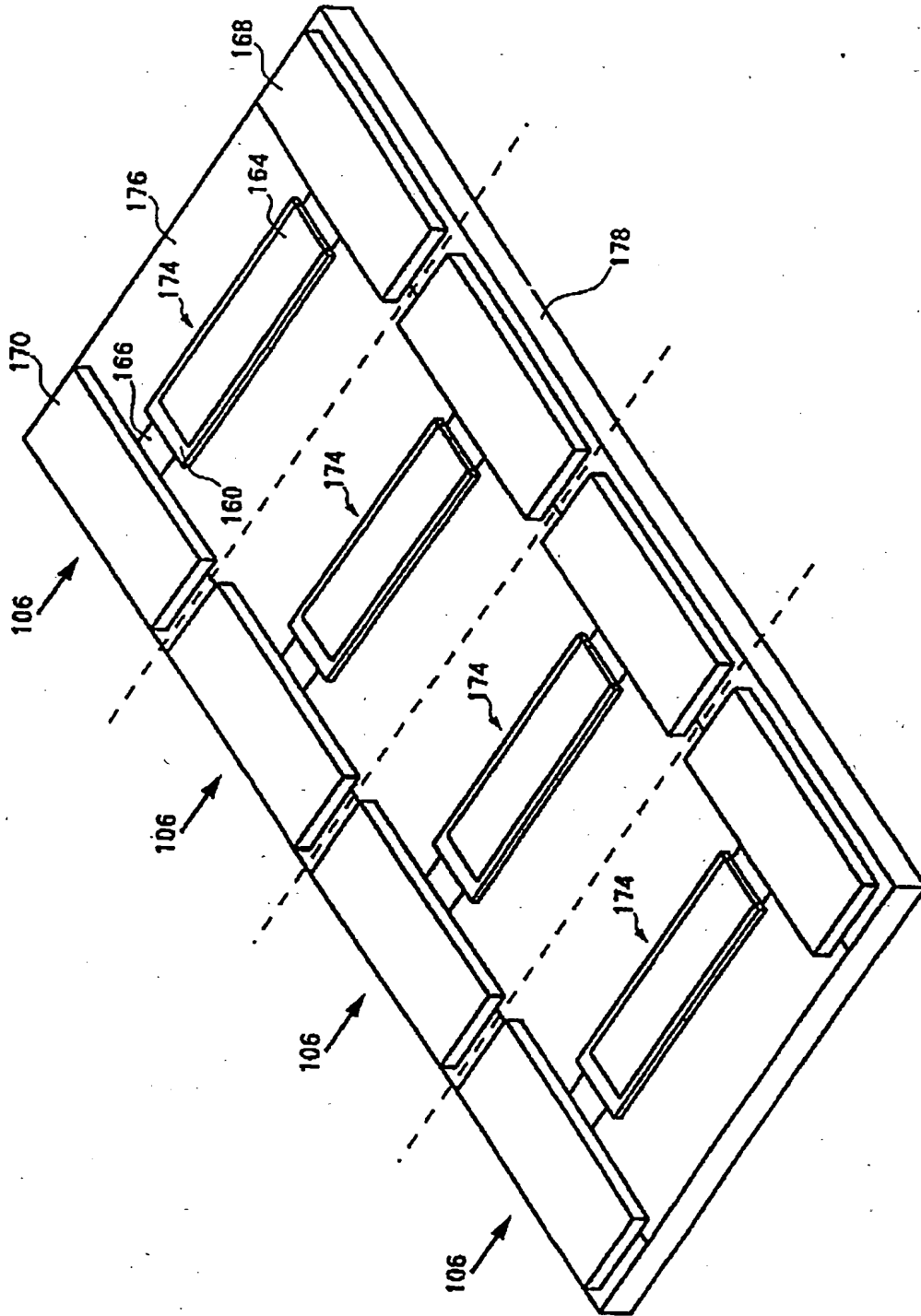


图 24

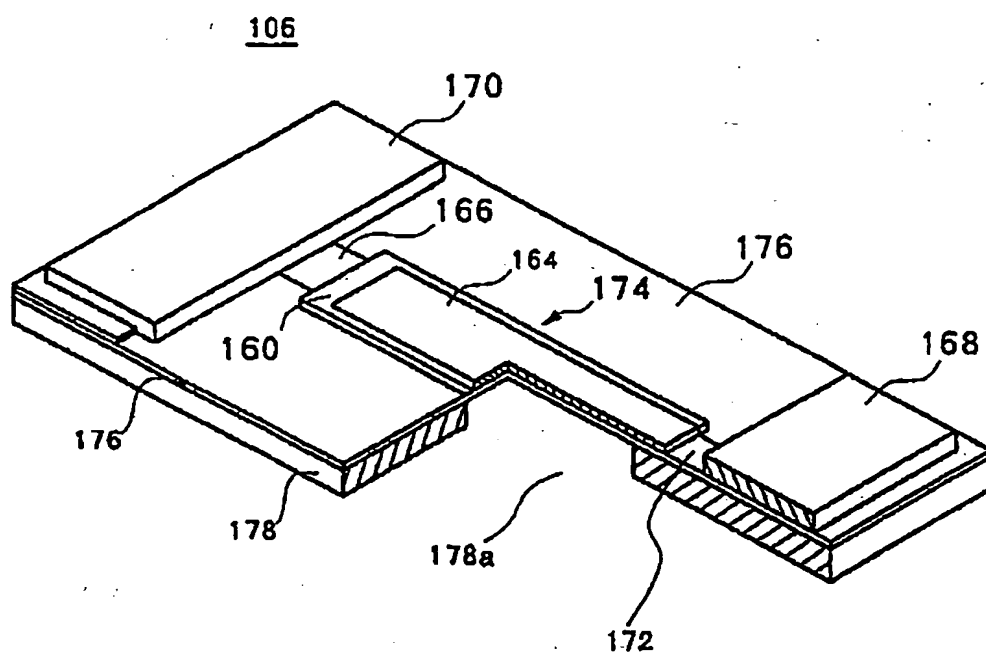


图 25

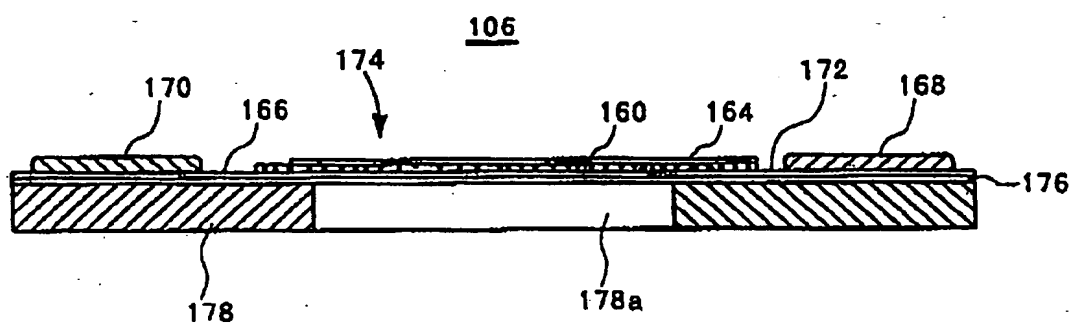


图 26

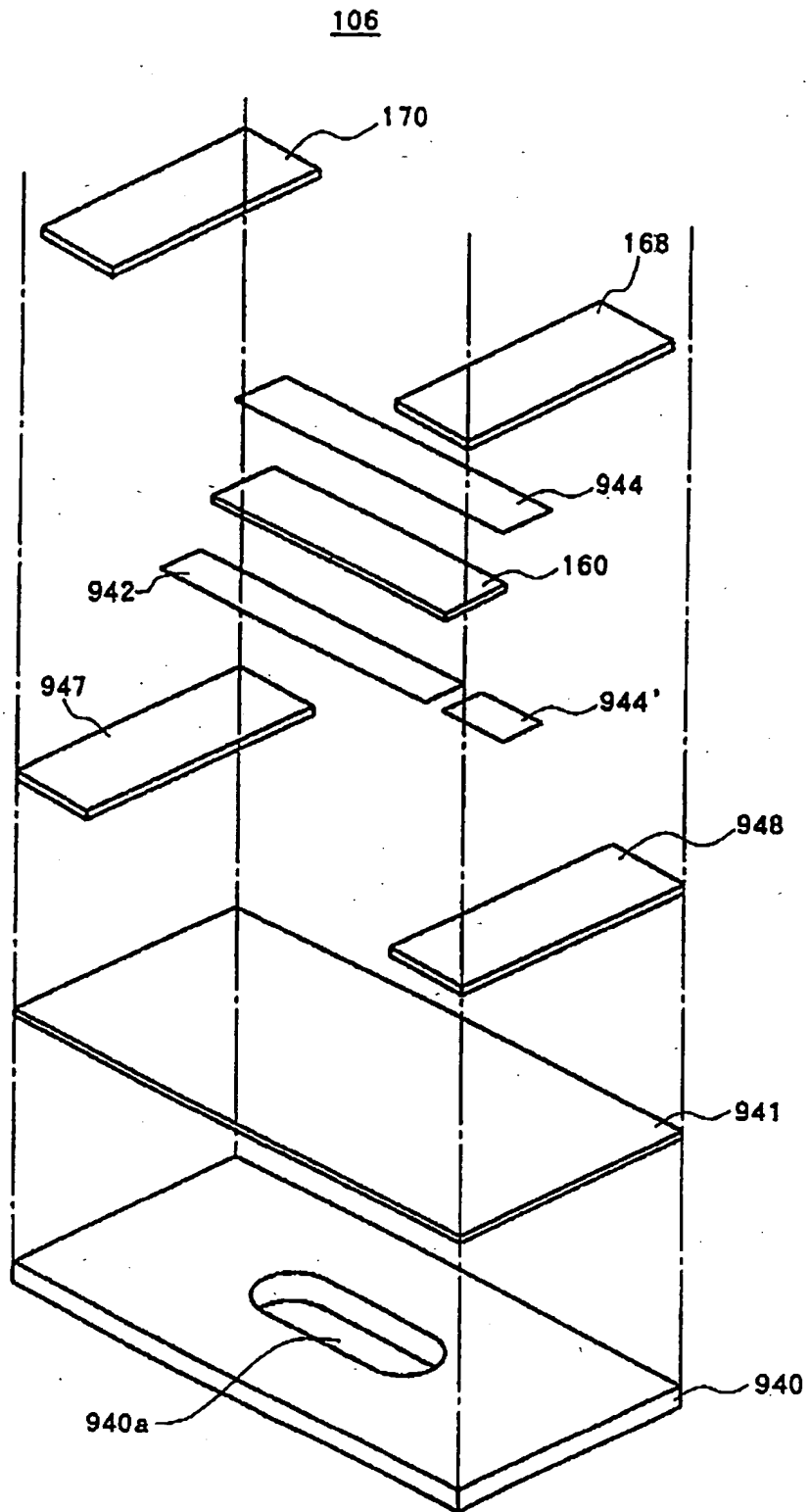


图 27

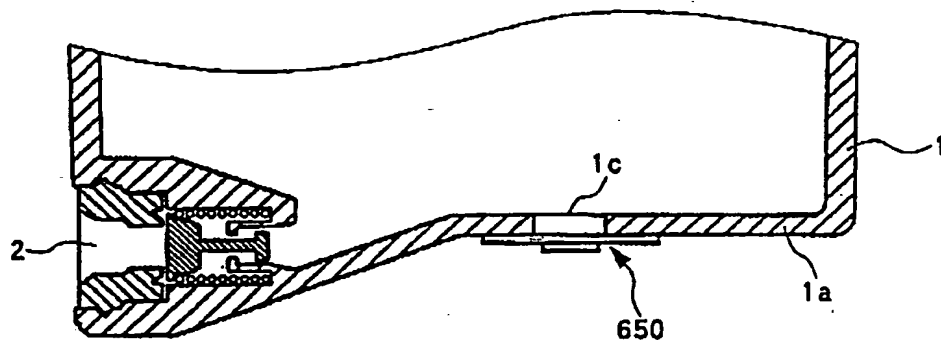


图 28(A)

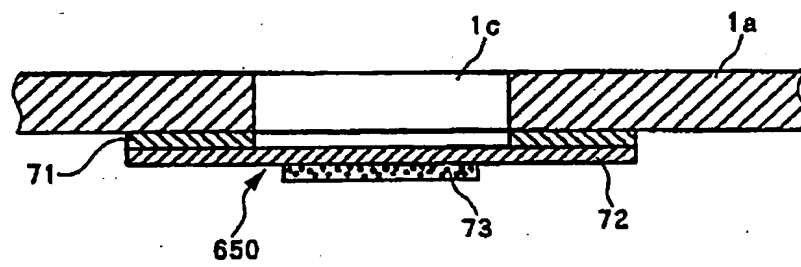


图 28(B)

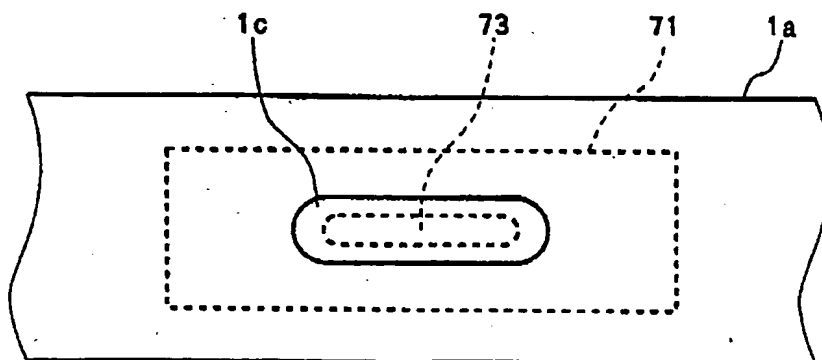


图 28(C)

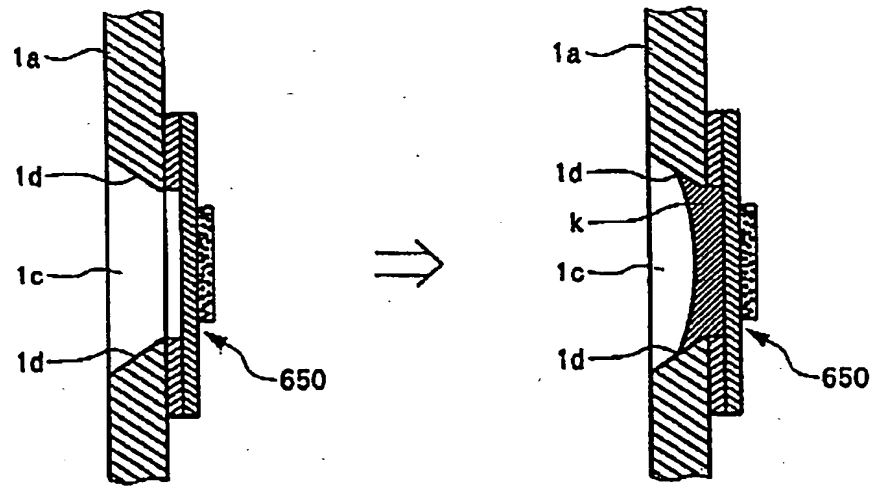


图 29(A)

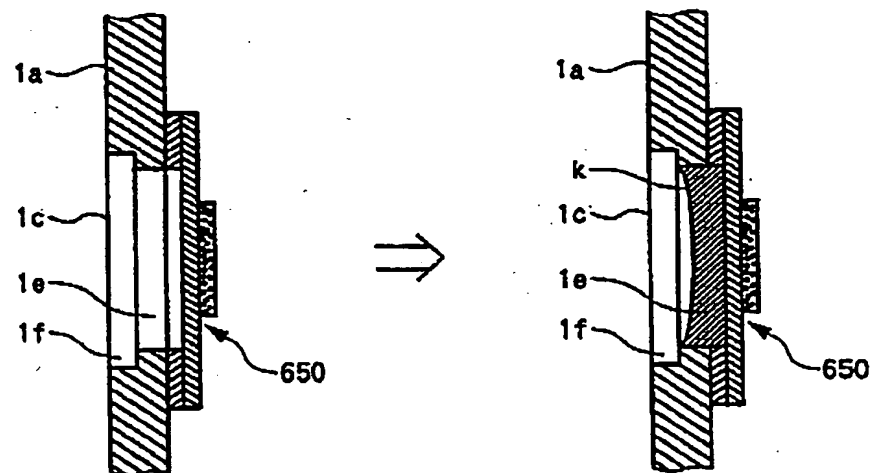


图 29(B)

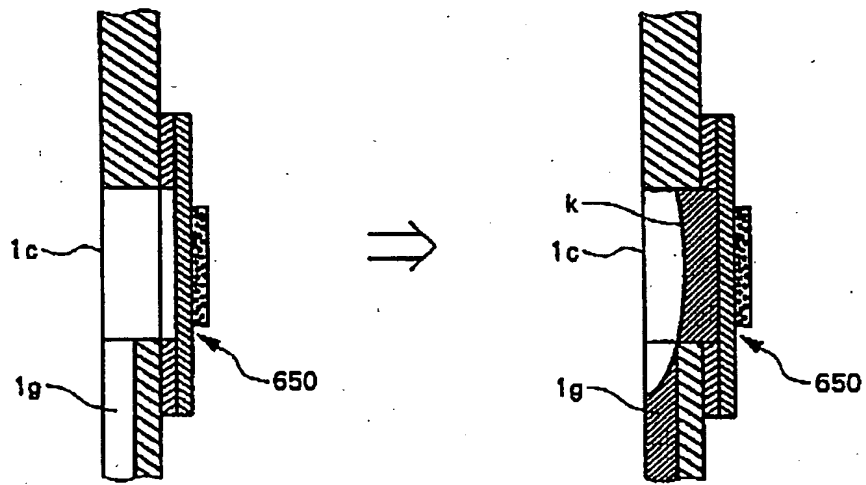


图 29(C)

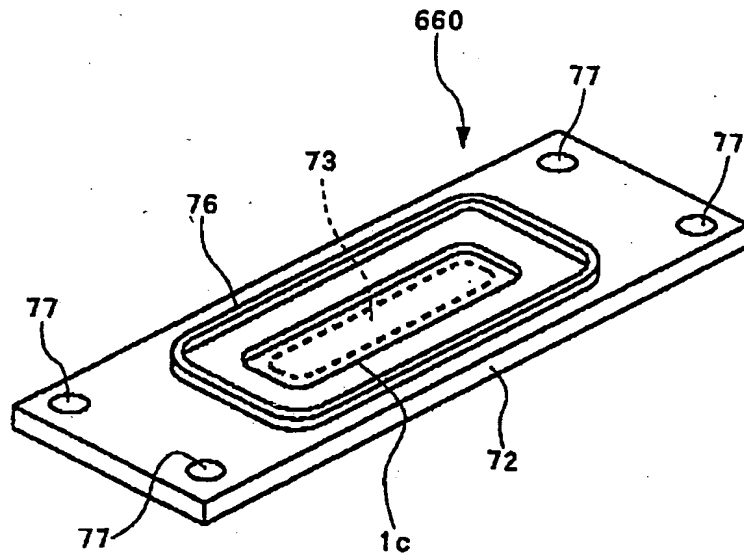


图 30

670

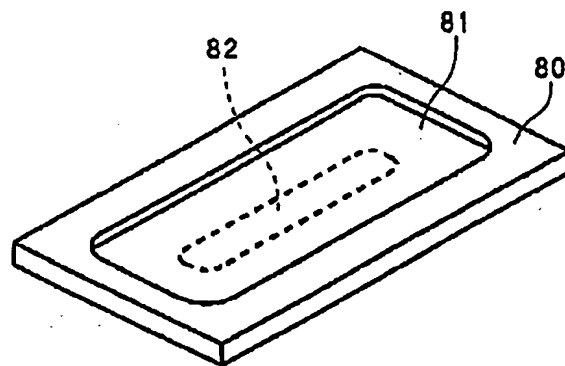


图 31(A)

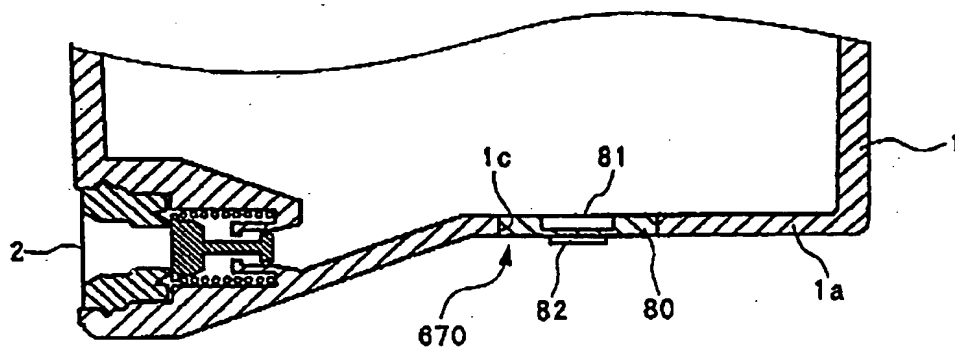


图 31(B)

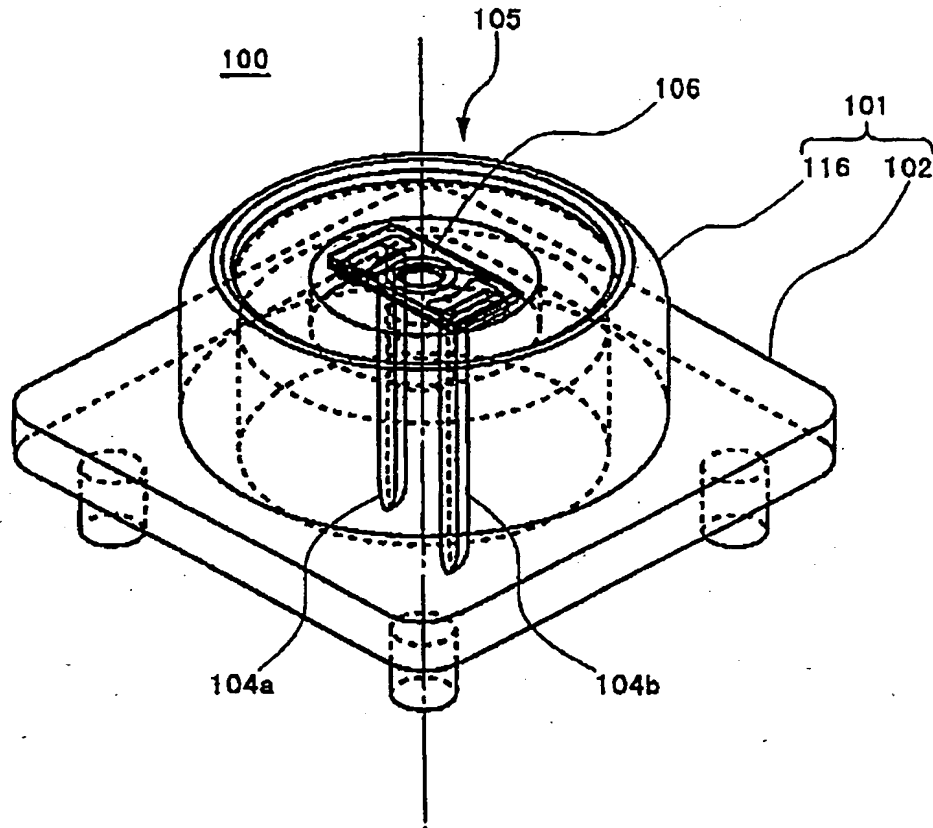


图 32

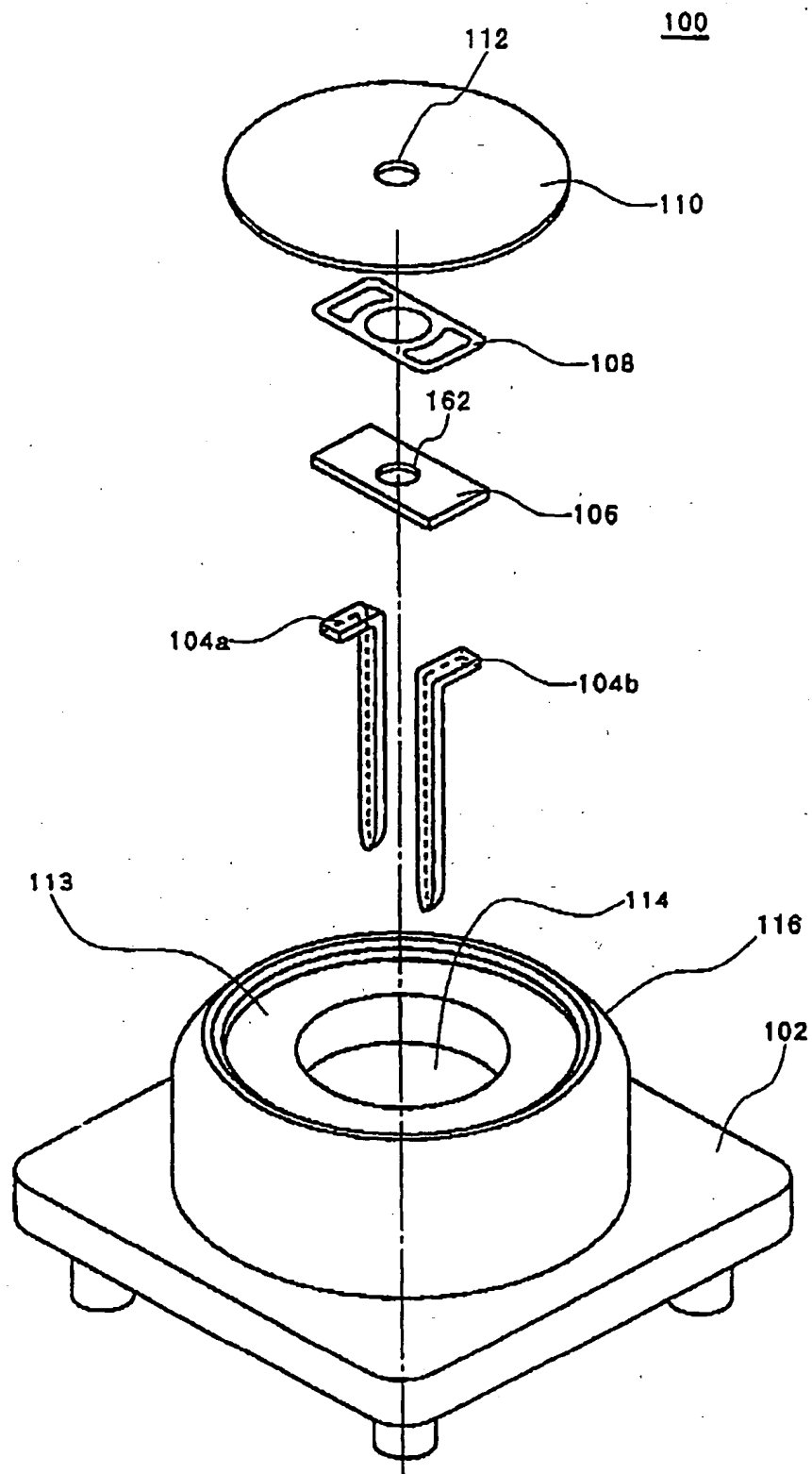


图 33

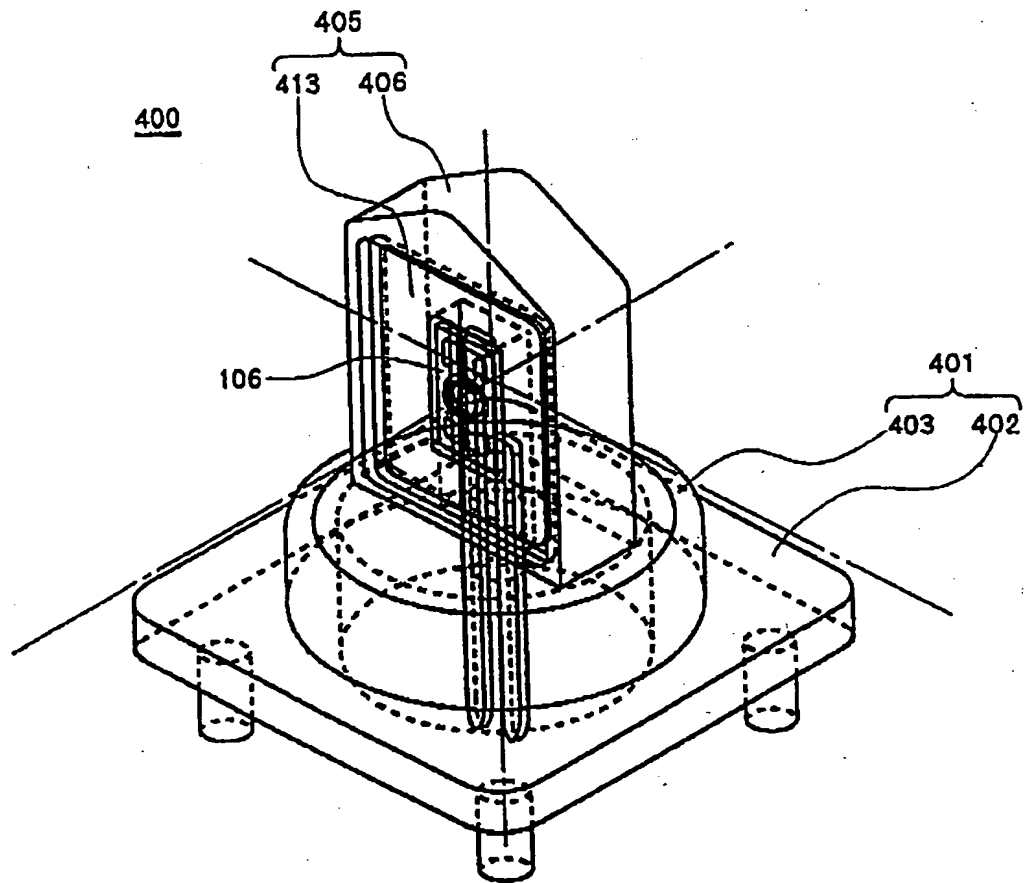


图 34

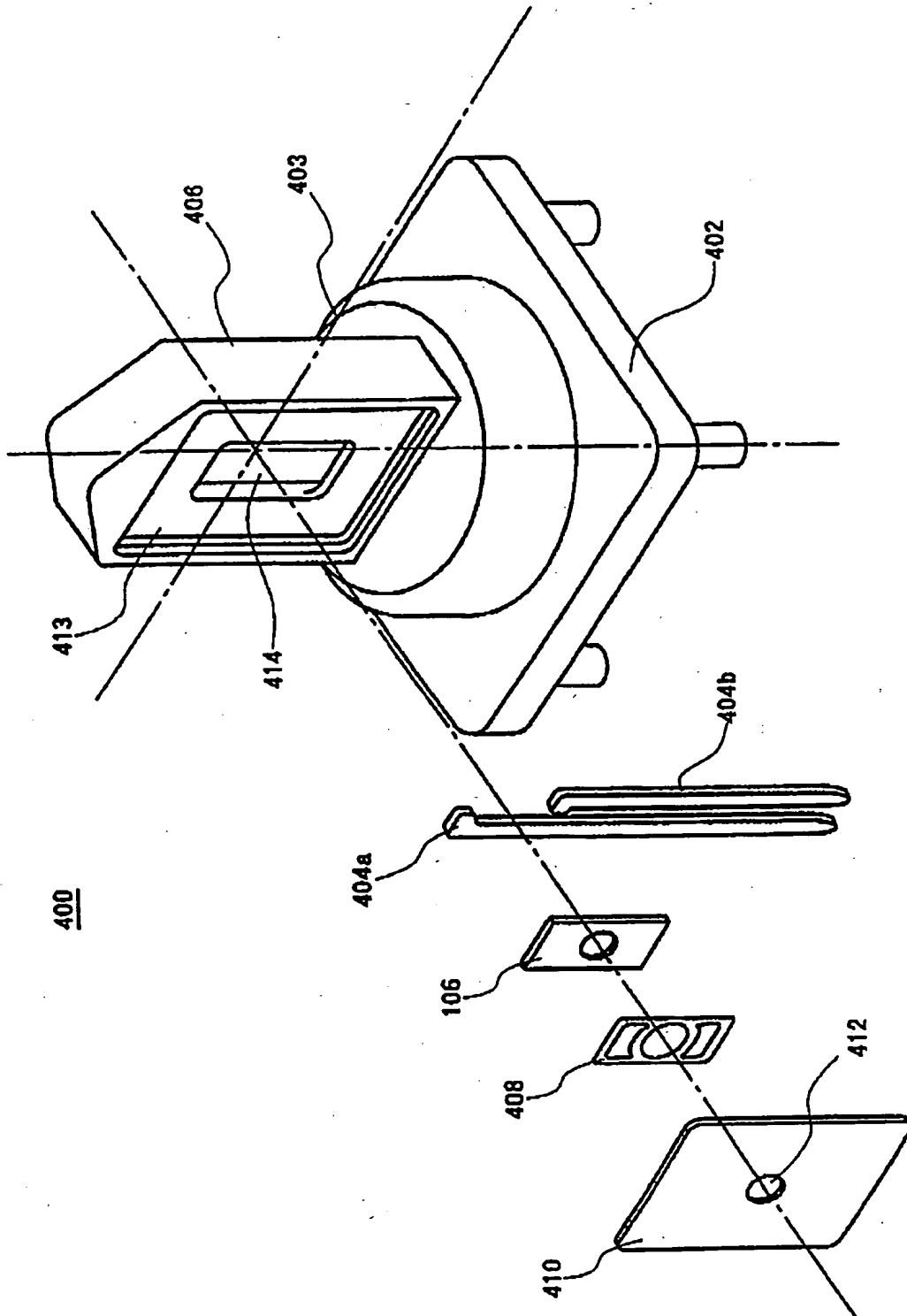


图 35

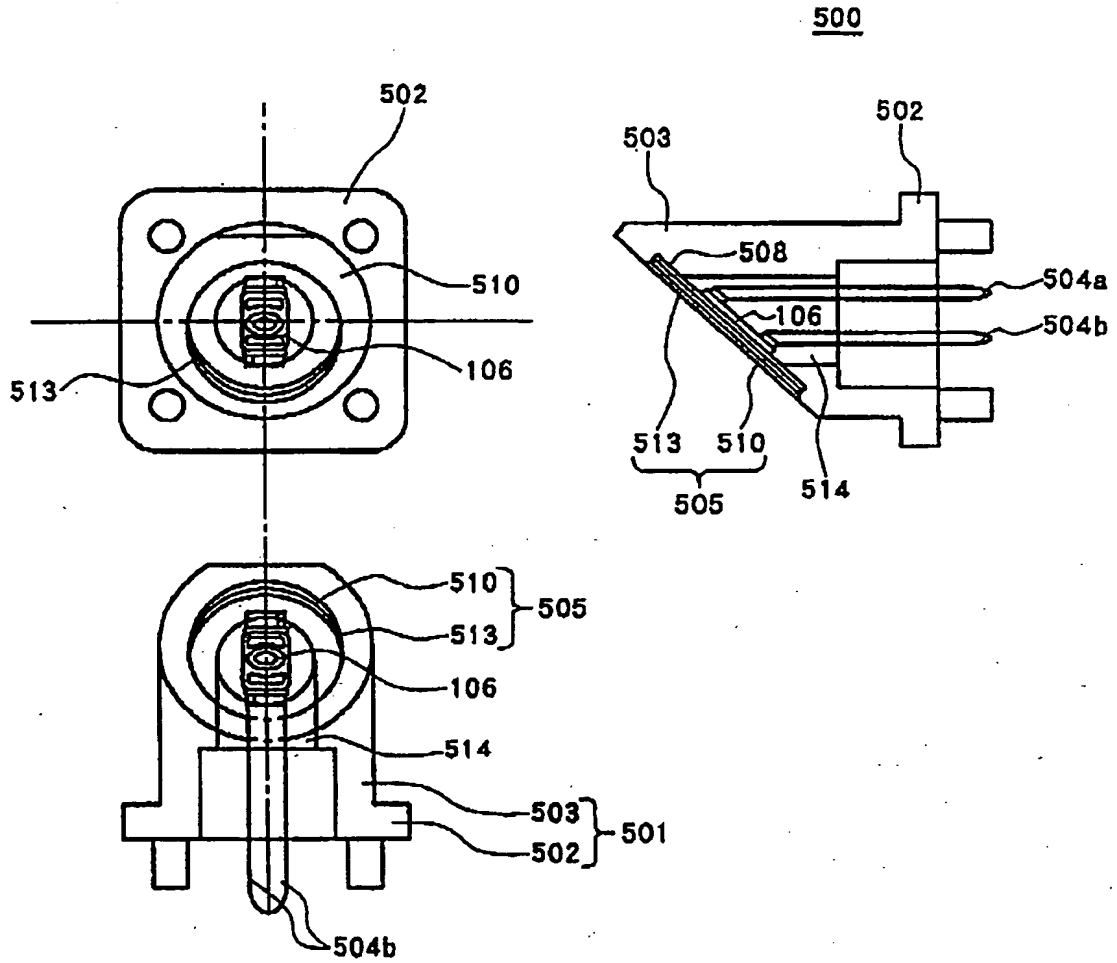


图 36

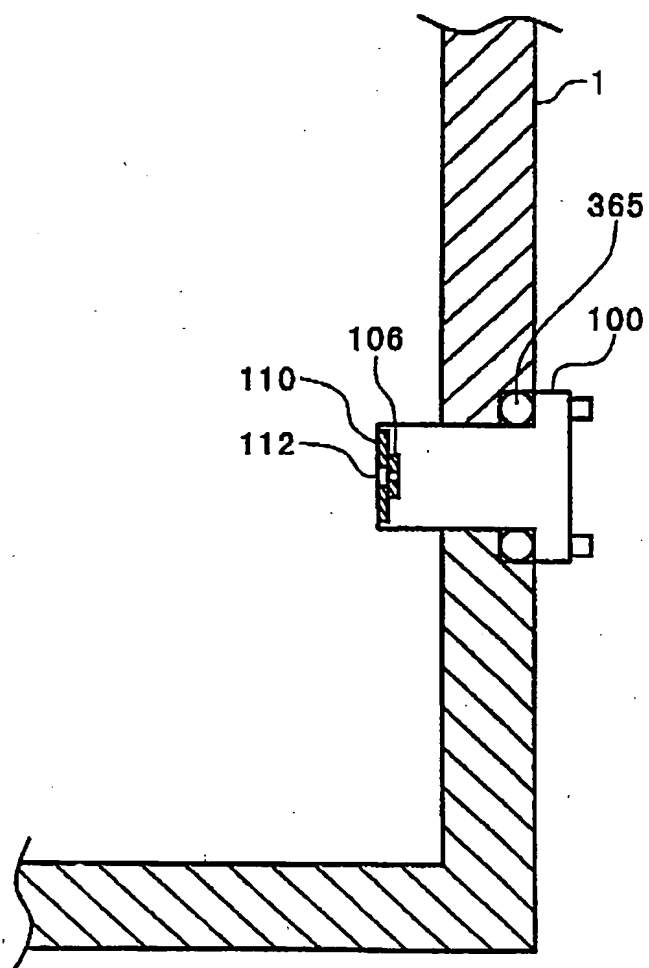


图 37

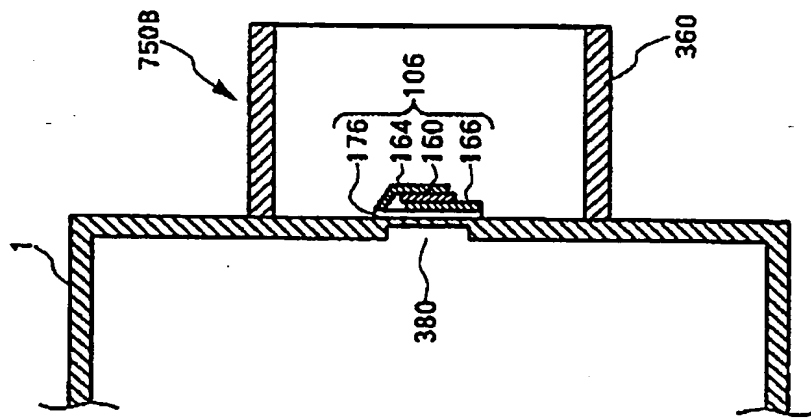


图 38(B)

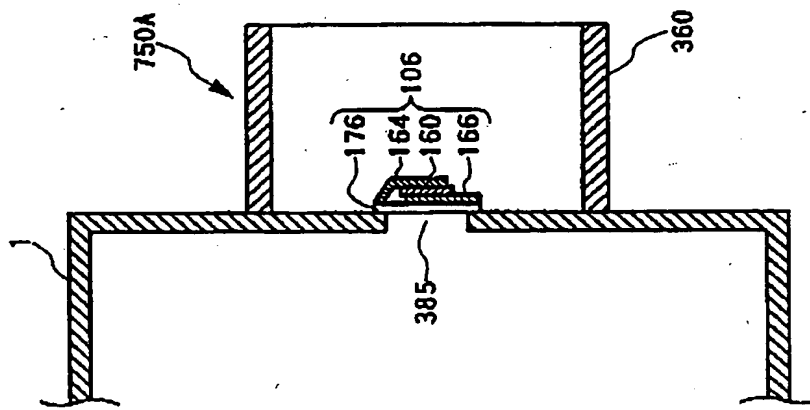


图 38(A)

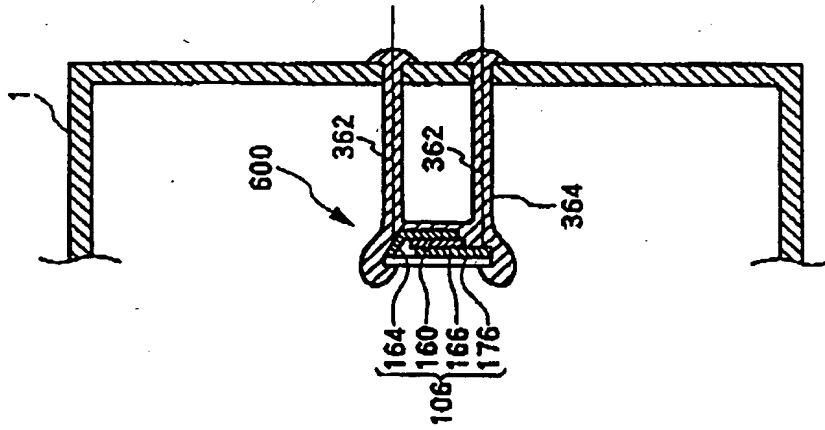


图 39(C)

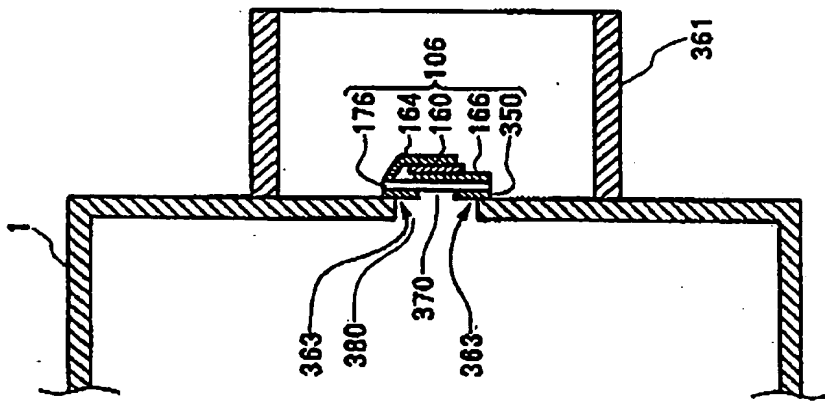


图 39(B)

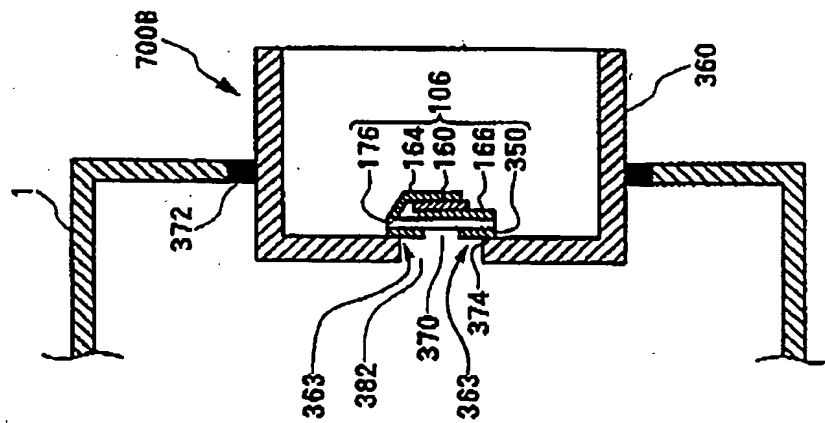


图 39(A)

00.05.19

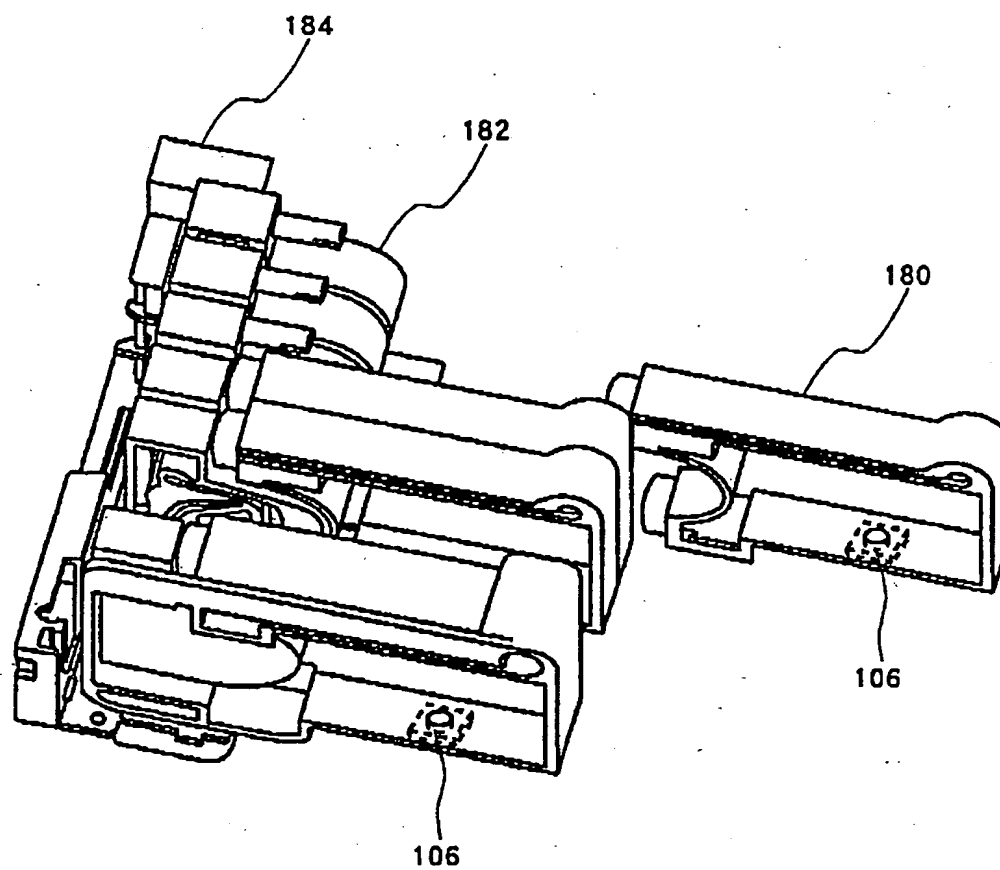


图 40

00.05.19

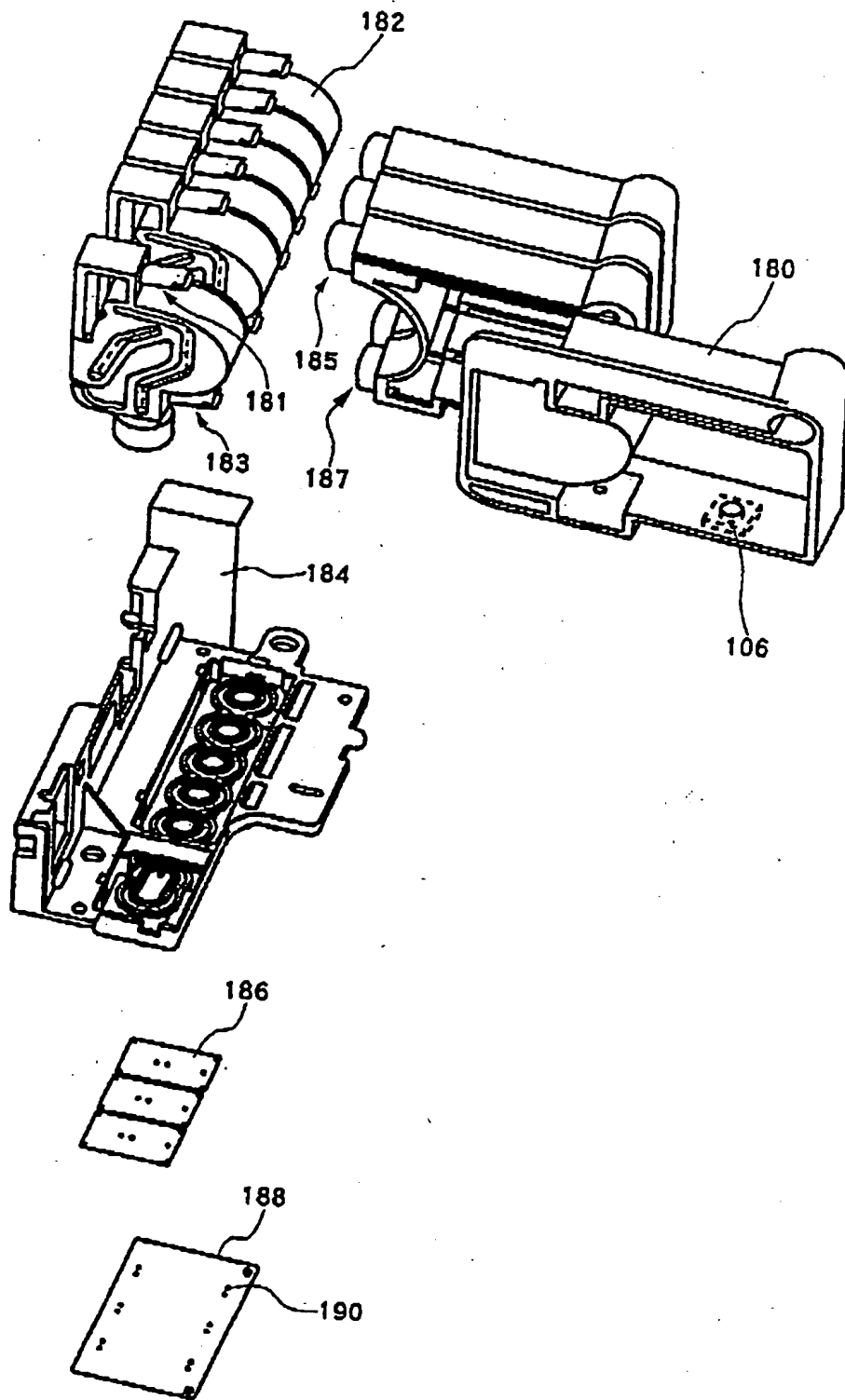


图 41

180A

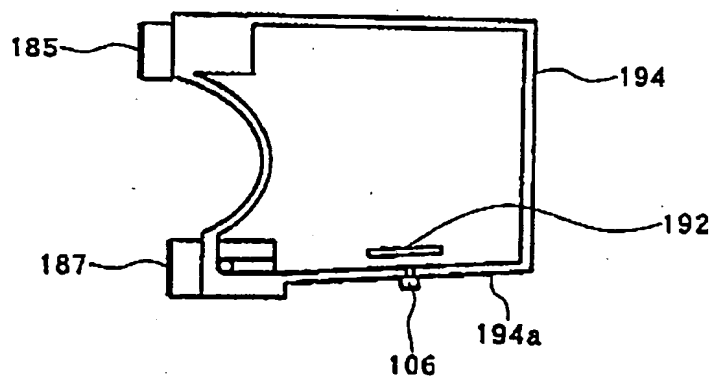


图 42(A)

180B

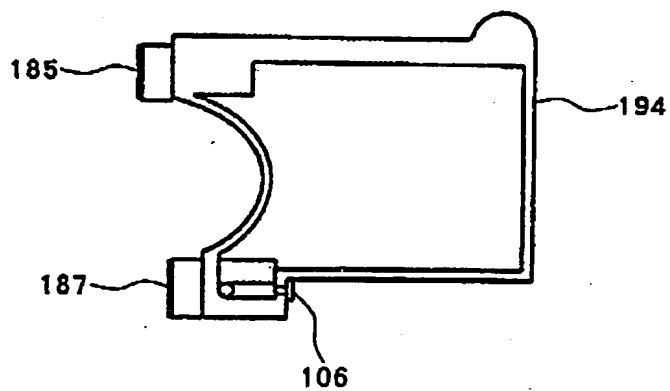


图 42(B)

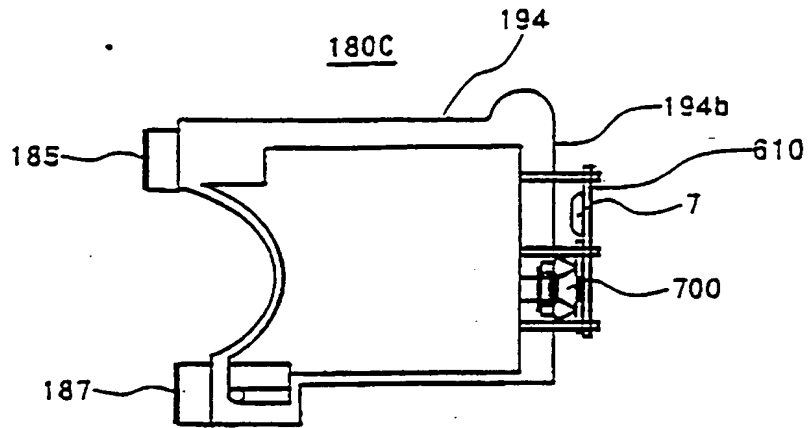


图 43(A)

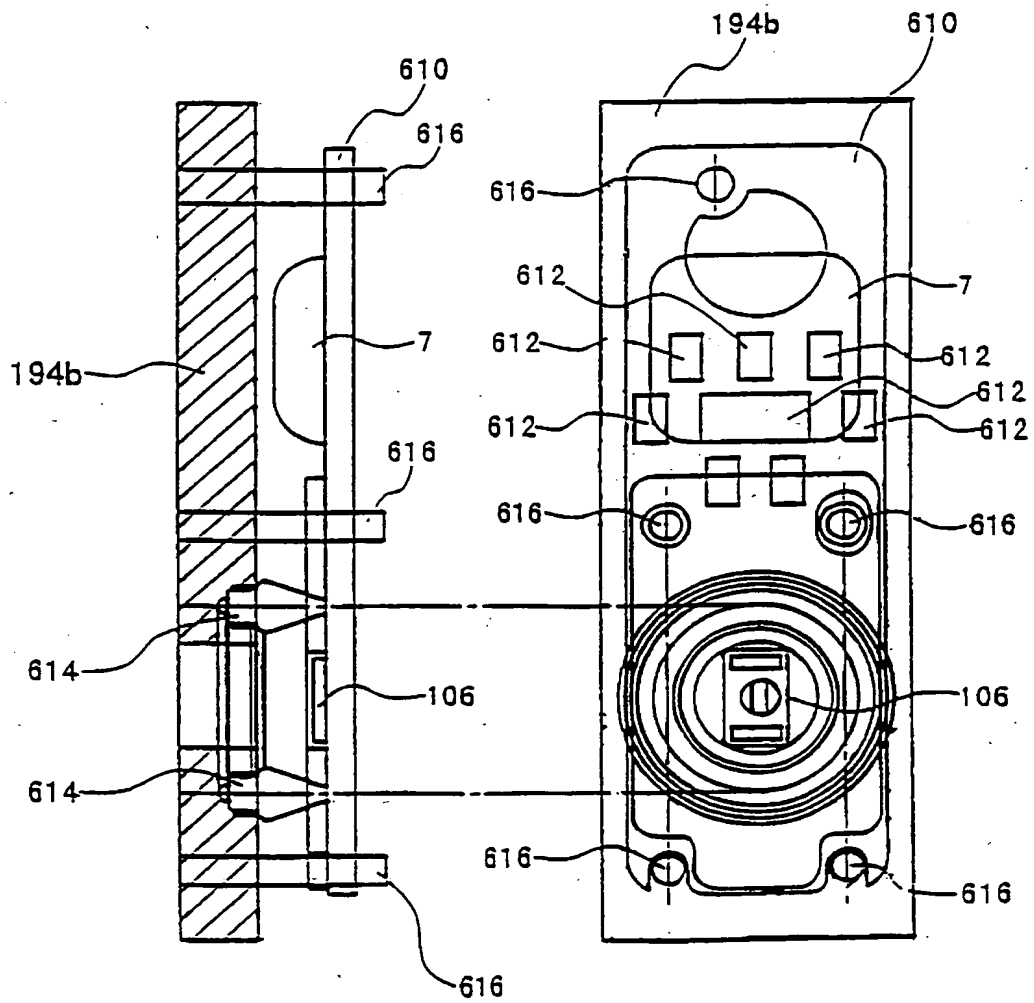


图 43(B)

图 43(C)

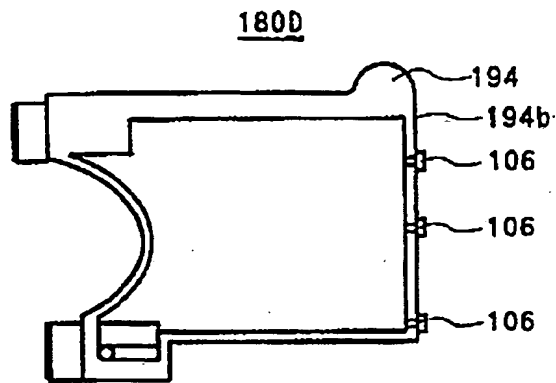


图 44(A)

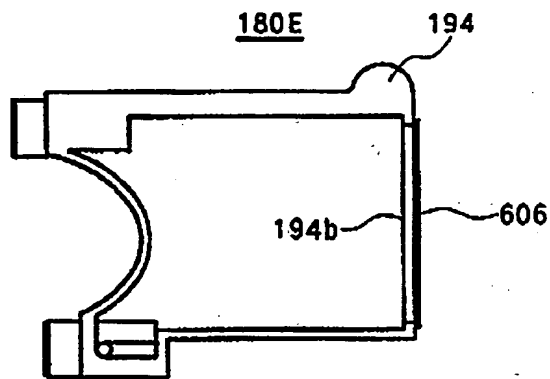


图 44(B)

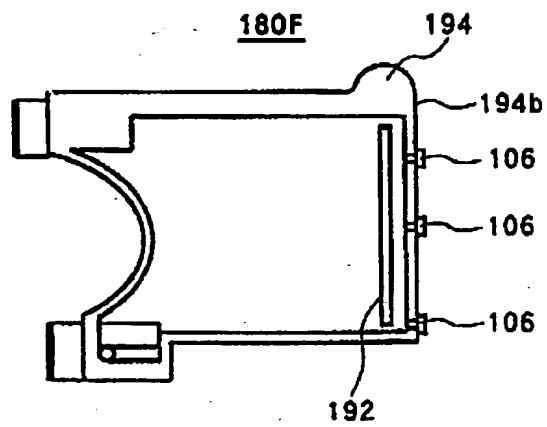


图 44(C)

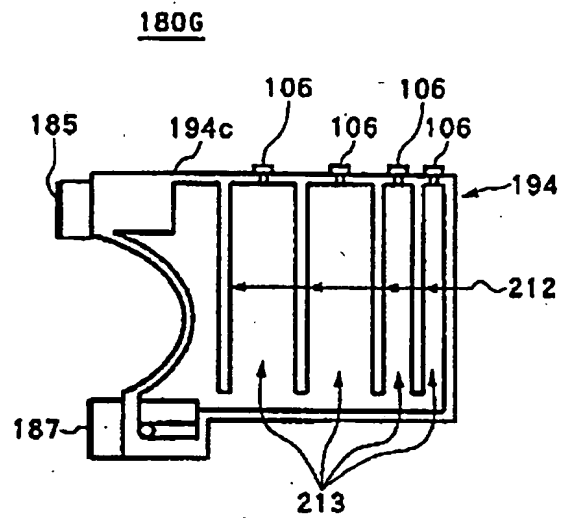


图 45(A)

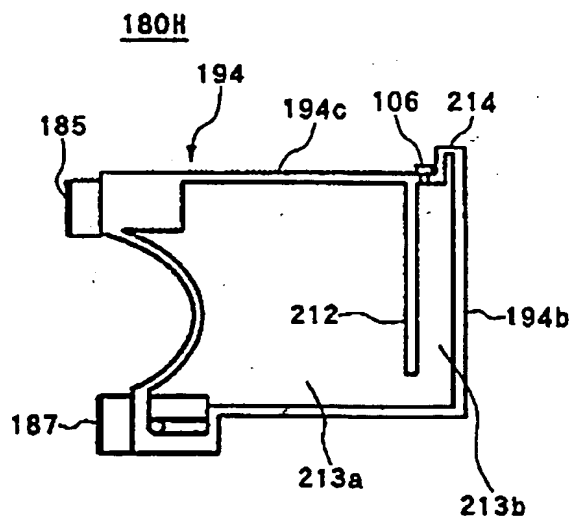


图 45(B)

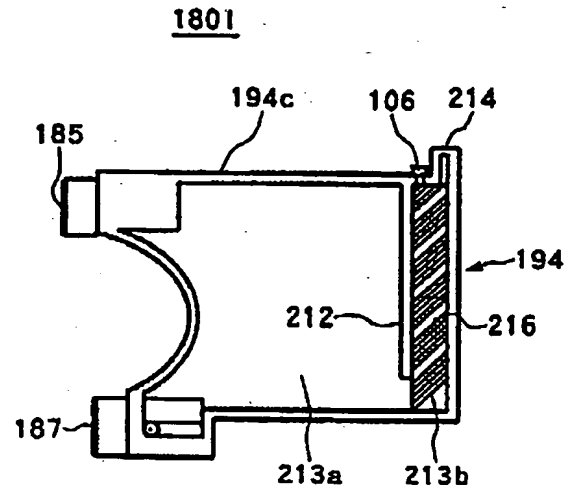


图 45(C)

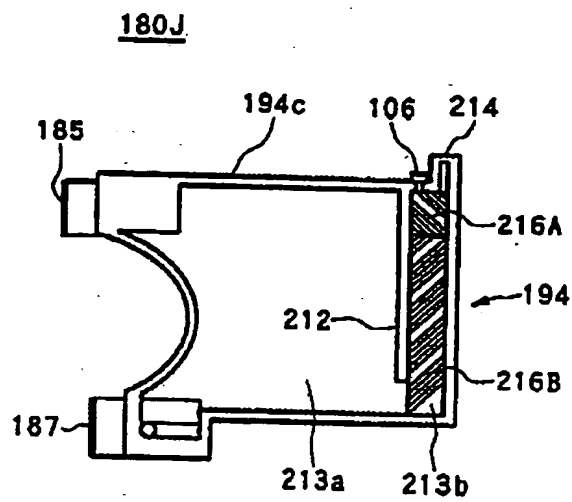


图 45(D)

180K

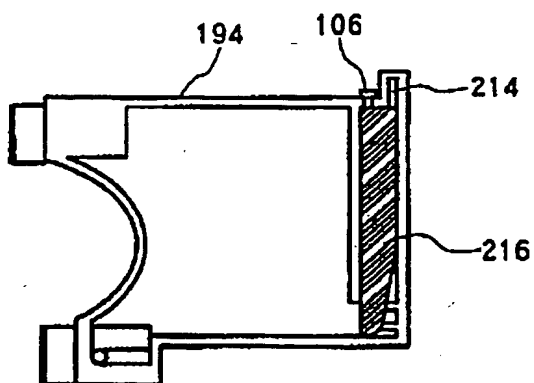


图 46(A)

180L

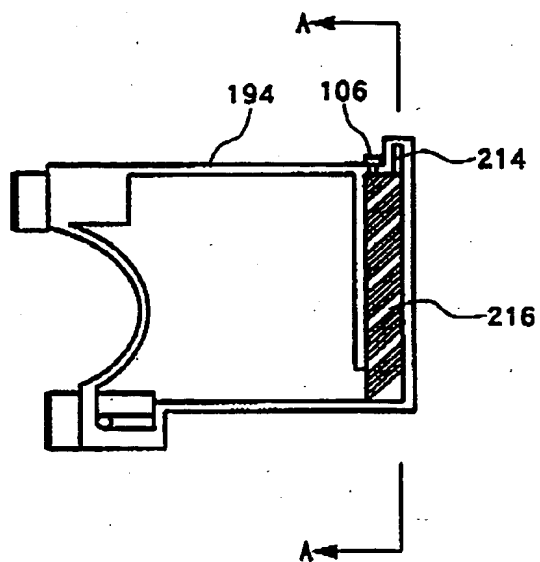


图 46(B)

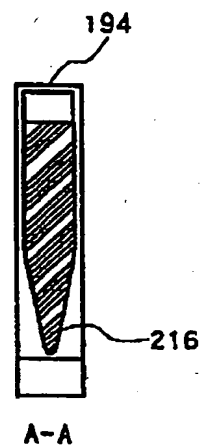


图 46(C)

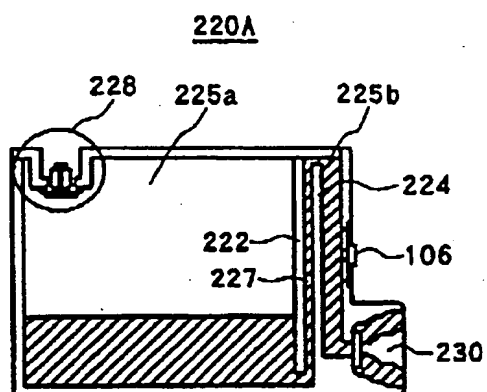


图 47(A)

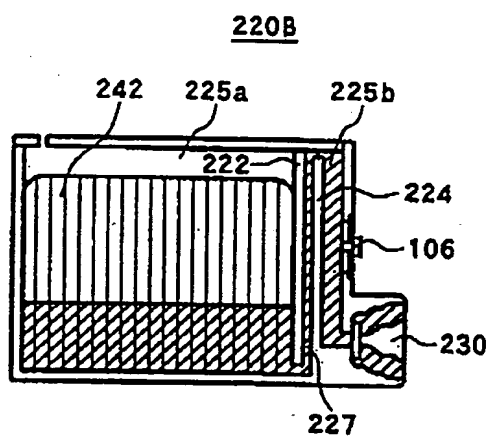


图 47(B)

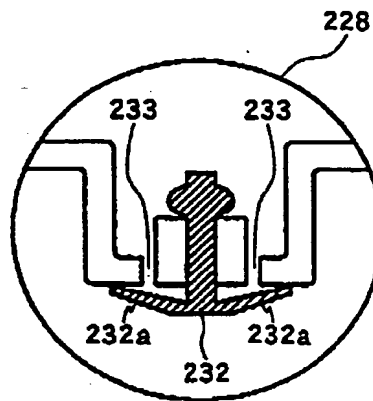


图 47(C)

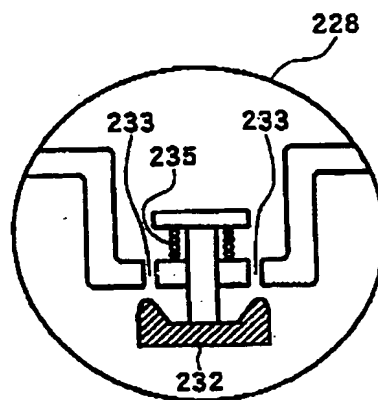


图 47(D)

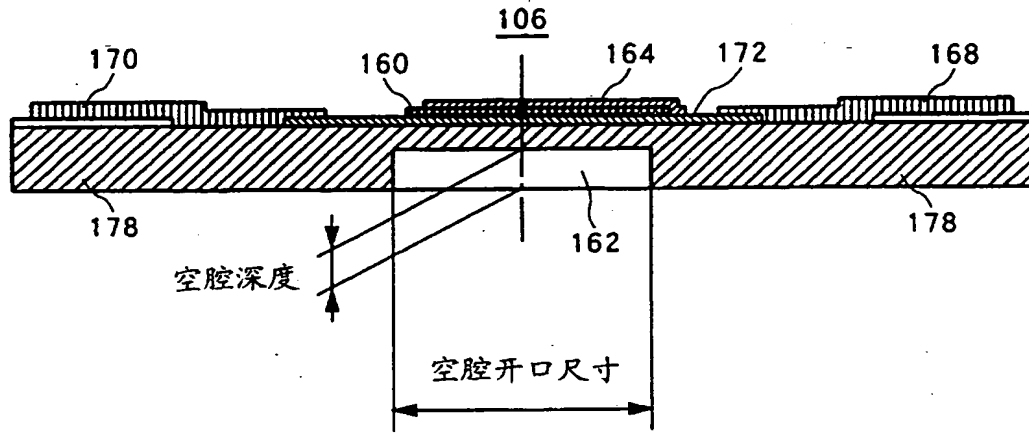


图 48

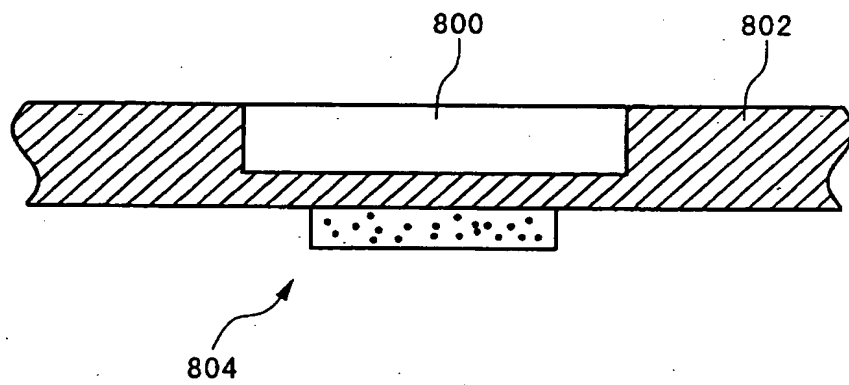


图 49

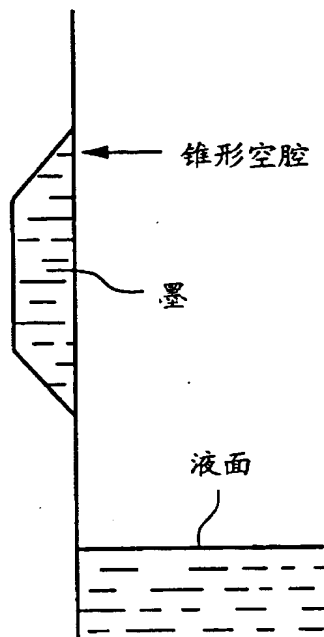


图 50(A)

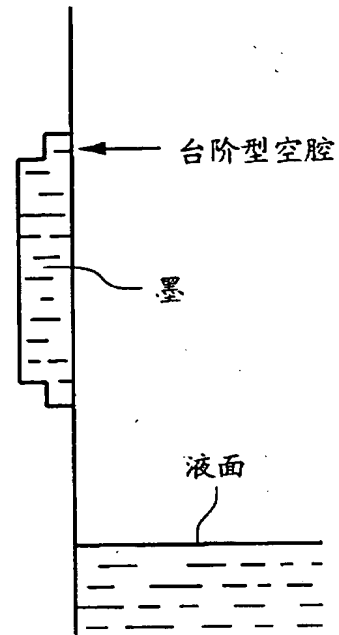


图 50(B)

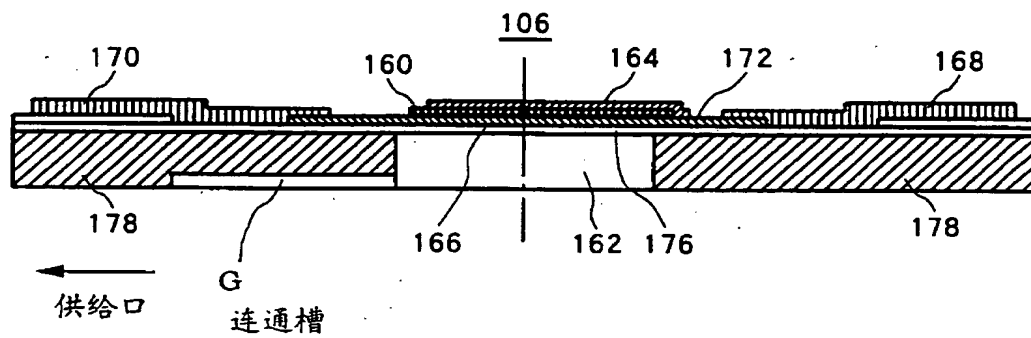


图 51

00.05.19

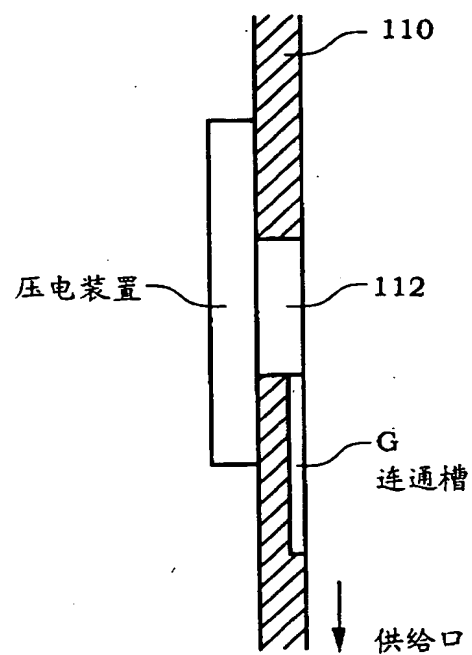


图 52

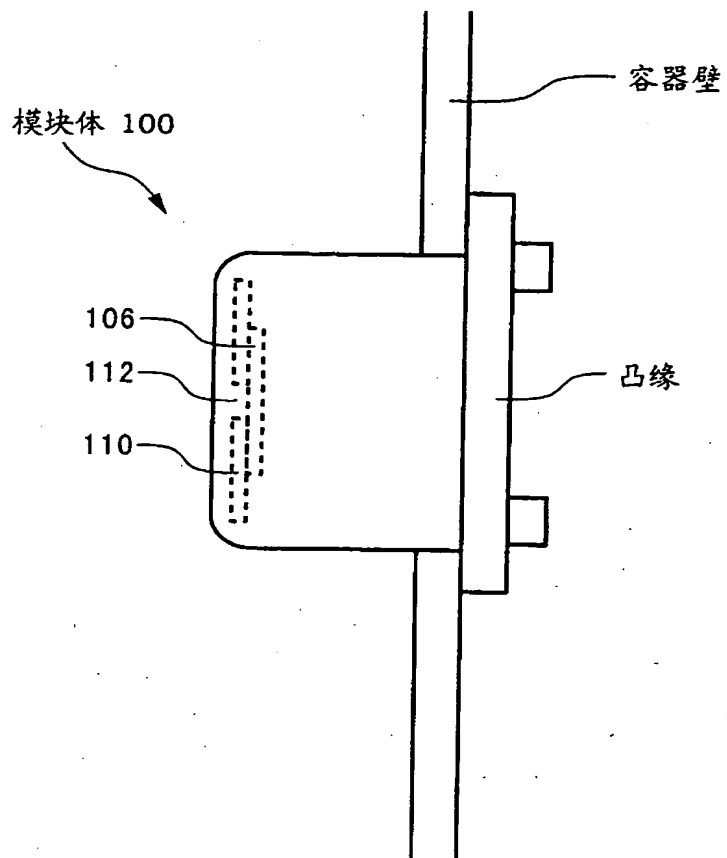


图 53

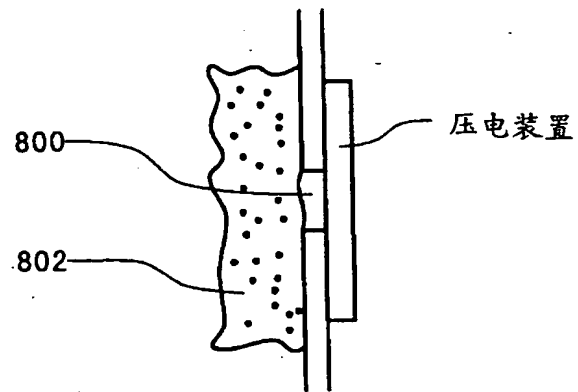


图 54(A)

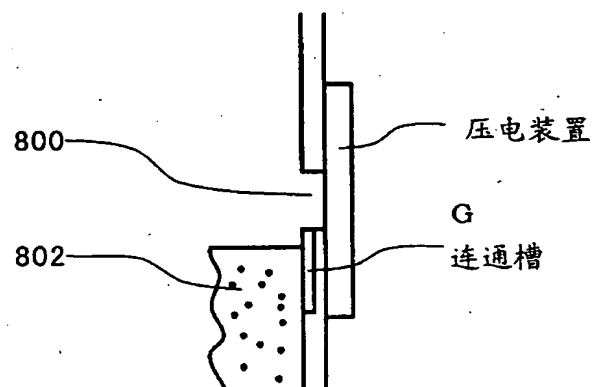


图 54(B)

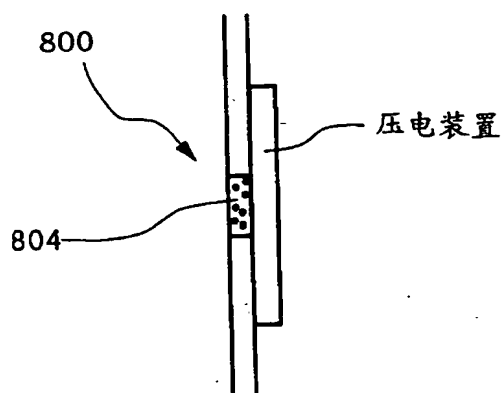


图 55

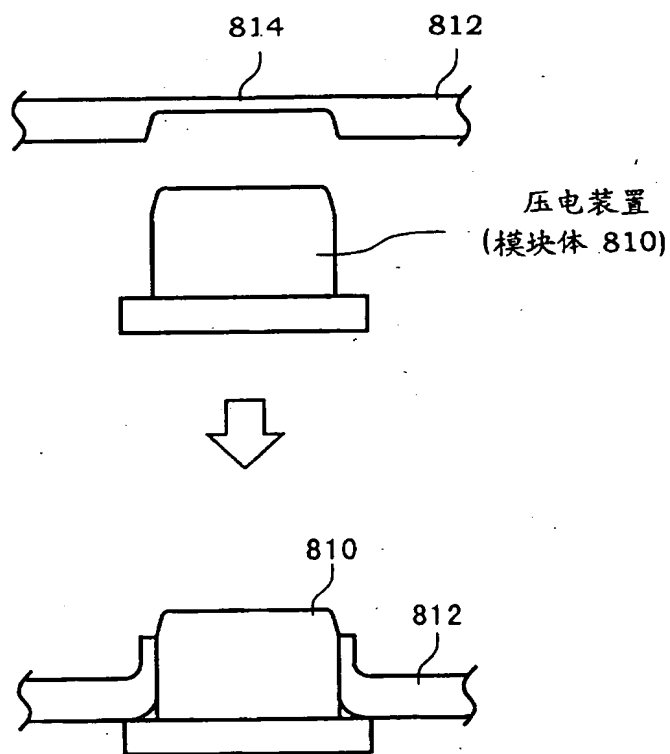


图 56

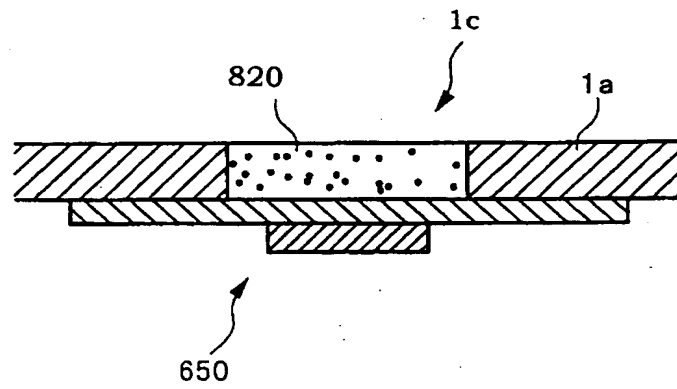


图 57

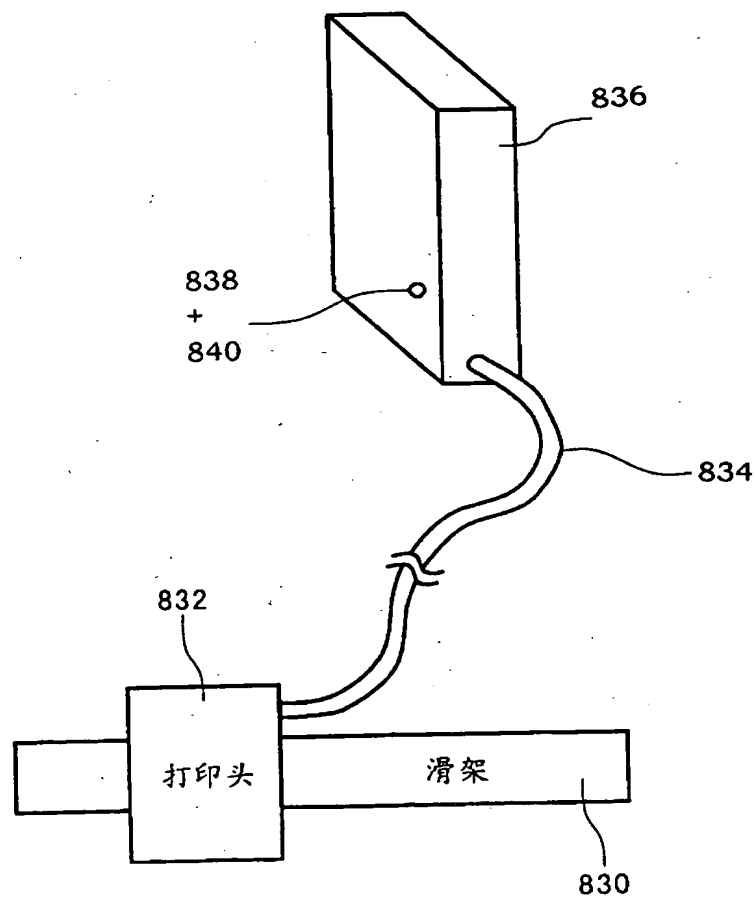


图 58